



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

ESTG



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

REABILITAÇÃO DAS FACHADAS DO EDIFÍCIO DO ANTIGO MATADOURO MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO: ESTUDO DO REBOCO

REABILITAÇÃO DAS FACHADAS DO EDIFÍCIO DO ANTIGO MATADOURO MUNICIPAL DE VIANA
DO CASTELO: ESTUDO DO REBOCO
Sara Cardoso Rodrigues

2017

Escola Superior de Tecnológica e Gestão



**INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO**

Sara Cardoso Rodrigues

**REABILITAÇÃO DAS FACHADAS DO EDIFÍCIO DO ANTIGO MATADOURO
MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO: ESTUDO DO REBOCO**

Mestrado em

Engenharia Civil e do Ambiente

Trabalho realizado sob a orientação do

Orientador Professor Doutor Eng. António Curado

e coorientação do

Coorientador Professor Doutor Eng. Carlos Abreu

Fevereiro de 2017

MEMBROS DO JURI NOMEADO

Presidente

Professor Doutor Pedro da Silva Delgado

Arguente

Professor Doutor Domingos Ribas

Orientador

Professor Doutor António Curado

Coorientador

Professor Doutor Carlos Abreu

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação só foi possível com a participação, colaboração e apoio de pessoas que ao longo desta “jornada” se mostraram incansáveis. Como tal, é fundamental agradecer-lhes.

Antes de mais, ao Prof. Dr. António Curado, meu orientador. Pelos conhecimentos transmitidos, prontidão demonstrada e pelo enorme incentivo, tendo presente que “nós somos como treinadores, damos indicações, mas são vocês que correm”.

Ao Prof. Dr. Carlos Abreu, meu coorientador, e à Eng. Ana Machado pela ajuda na compreensão de temas relacionados com eletrónica e acesso remoto de equipamentos.

Ao Prof. Dr. Orlando Morais, pela incansável ajuda e apoio no desenvolvimento de todos os ensaios.

Ao Eng. Nuno Pinto, Eng. Samuel e Sr. Ribeiro, da Câmara Municipal de Viana do Castelo, bem como ao Arquivo Municipal, por toda a disponibilidade demonstrada e pelo fornecimento de documentos de apoio à realização desta dissertação.

Ao Eng. Filipe Sambento e à Weber Saint-Gobain, pelo fornecimento de material necessário à execução das zonas a ensaiar e apoio técnico.

À Arq. Sandra Cavaleiro, por todos os ensinamento e valores que me passou.

Aos meus colegas de curso e amigos, por estarem presentes ao longo destes cinco anos que ficarão para sempre gravados na memória, em especial à Dulce, à Lúcia, à Juliana e à Ana Catarina.

Aos meus colegas da Casinha Boutique Café, por todo o apoio e flexibilidade.

Ao meu “Zé Manel”, por toda a paciência e compreensão demonstrada ao longo deste percurso, sem nunca me ter deixado desistir.

Por fim, ao meu irmão e aos meus pais. Ao meu irmão pela calma e momentos de descontração; à minha mãe, pelas palavras de alento nas horas mais difíceis, e por último, ao meu pai, pelo exemplo que é, pela força, por me transmitir que com trabalho conseguimos tudo!

Obrigada.

RESUMO

Tendo em consideração o papel dos revestimentos de impermeabilização do suporte no desempenho dos paramentos, o trabalho desenvolvido pretende apresentar uma solução de reabilitação de fachadas, com a aplicação de diferentes rebocos pré-doseados, num edifício datado de início do Século XX, sobre um suporte de pedra granítica.

Numa primeira fase, foram executados um conjunto de ensaios de arrancamento, que determinaram a tensão de aderência entre o suporte e o reboco da solução pré-existente.

Face ao insucesso dos resultados obtidos e à impossibilidade de conservação da camada de reboco como revestimento de impermeabilização, foi repensada a sua conservação e procurada a sua substituição. Atendendo à implantação do edifício na orla costeira de Viana do Castelo, onde se registam largos períodos de intempérie, foi executado um conjunto alargado de ensaios para avaliar qual a solução mais adequada para impermeabilização do suporte.

O plano de trabalhos desenvolvido, teve em consideração a análise de fachadas com orientações solares distintas, de forma a verificar a influência de fatores meteorológicos na aderência entre o suporte e os rebocos executados.

As zonas a ensaiar foram subdivididas, de modo a serem executados rebocos com diferentes constituições (cal ou cimento) sobre o suporte granítico existente ou sobre uma camada prévia promotora de aderência, designada por chapisco.

Com a execução dos ensaios de arrancamento, além de se comprovar a importância do chapisco na aderência entre o suporte e o reboco, determina-se qual a solução de revestimento de impermeabilização mais adequada ao edifício em estudo.

De modo a automatizar o procedimento de obtenção de resultados dos ensaios de arrancamento, tornando-se mais fácil de aplicar e aumentando a sua rapidez de execução, foi desenvolvido o acesso remoto ao dispositivo de ensaio utilizando uma Interface Série através da Internet. Este sistema, permite aceder aos resultados dos ensaios de arrancamento em tempo real, auxiliando na deteção de falhas ou erros que possam ocorrer durante o processo de medição.

Palavras-Chave: reabilitação, reboco, ensaios de arrancamento, interface série, acesso remoto

ABSTRACT

Taking into account the role of the waterproofing coatings of the support in the performance of the walls, the work developed intends to present a facade rehabilitation solution, with the application of different pre-dosed plasters, in a building dating from the beginning of the 20th Century, on a support of granite stone.

In a first step, a set of pull-off tests were performed, which determined the adhesion tension between the support and the plaster of the pre-existing solution.

Due to the failure of the results obtained and the impossibility of preserving the plaster layer as a waterproofing coating, its conservation was rethought and its replacement sought. Considering the implementation of the building on the coast of Viana do Castelo, where there are long periods of inclement weather, a large set of tests was carried out to evaluate the most suitable solution for waterproofing the support.

The organization of the work plan took into account the analysis of facades with different solar orientations, in order to verify the influence of meteorological factors on the adhesion between the support and plaster executed.

The zones to be tested were subdivided so as to perform plaster with different constitutions (lime or cement) on the existing granite support or on a previous adhesion promoter layer, called slab.

With the execution of the pull-off tests, in addition to proving the importance of the slab in the adhesion between the support and the plaster, it is determined which solution of waterproofing coating is more appropriate to the building under study.

In order to automate the procedure of obtaining the results of the pull-off tests, making it easier to apply and increase its speed of execution, the remote access to the test device was developed, using a Serial Interface through the Internet. This system allows access to the results of the pull-off tests in real time, aiding in the detection of failures or errors that may occur during the measurement process.

Keywords: rehabilitation, plastering, pull-off tests, serial interface, remote access.

LISTA DE SIGLAS

f_u	- tensão de aderência ou de resistência ao arrancamento no ensaio pull-off
F_u	- força de rotura (esforço de arrancamento)
A	- área do provete
$\sigma_{máxima}$	- tensão máxima
$\sigma_{mínima}$	- tensão mínima
$\sigma_{média}$	- tensão média
INT	- paramento interior
EXT	- paramento exterior
CIM	- revestimento cimentício
CAL	- revestimento de cal

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Matadouro Municipal de Viana do Castelo (Google, 2013)	4
Figura 2 - Alçado Principal do Antigo Matadouro de Viana do Castelo (Viqueira, 1913).....	4
Figura 3 - Fachada Principal do Matadouro Municipal	5
Figura 4 - Alvenaria ordinária (fachada lateral esquerda do Antigo Matadouro Municipal de Viana do Castelo).....	12
Figura 5 - Apresentação das diferentes camadas de argamassa que revestem o paramento	16
Figura 6 - Aplicação de telha cerâmica para estabilização da argamassa.....	17
Figura 7 - Asna clássica de madeira (Civil, 1988)	18
Figura 8 - Estrutura ligeira de cobertura (Civil, 1988).....	19
Figura 9 - Estrutura de Madeira do Antigo Matadouro.....	19
Figura 10 - Constituição de uma telha cerâmica tipo Marselha (Lisboa, 2006/2007)	22
Figura 11 - Fachada Principal do Antigo Matadouro de Viana do Castelo (sem tubos de queda instalados).....	23
Figura 12 - Fachada Lateral do Antigo Matadouro de Viana do Castelo (com tubos de queda instalados).....	24
Figura 13 – Equipamento de Sistema Digital de Arrancamento do tipo Pull-Out, modelo “Kata” (J. Roma, Lda., 2016).....	28
Figura 14 – Equipamento Medidor Digital Económico Pull-Off Tester (J. Roma, Lda., 2016)	28
Figura 15 – Equipamento de Sistema Avançado de Teste de Arrancamento – Série DY – 2 (J. Roma, Lda., 2016).....	29
Figura 16 – Dinamómetro (Proceq, 2016).....	30
Figura 17 - Esquema de propagação da humidade ascensional (Algarvio, 2010).....	32
Figura 18 – Comportamento das paredes com saís (Algarvio, 2010) (Gonçalves, 2007).....	33
Figura 25 – Esquema do mecanismo físico de aderência dos revestimentos ao suporte (Quintela, 2006) (Gaspar, 2011)	35
Figura 26 – Descolamento do reboco devido à retração (Quintela, 2006) (Gaspar, 2011)...	38
Figura 27 – Destacamento do reboco (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	38
Figura 28 – Fachada onde se verifica o tipo de suporte executado (Matadouro Municipal de Viana do Castelo).....	41
Figura 29 - Esquema de medição da aderência do reboco ao suporte (Quintela, 2006).....	46
Figura 30 - Anel circular de pré-corte aplicado a argamassas frescas (CEN, 2000) (Vieira, 2009)	46
Figura 31 – Padrões de rotura previstos (CEN, 2000) (Vieira, 2009).....	49

Figura 32 - Identificação de reboco a ensaiar I4 – Paramento Interior, ponto 4 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	52
Figura 33 - Identificação de reboco a ensaiar E11 – Paramento Exterior, ponto 11 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	52
Figura 34 - Destacamento do reboco aquando a perfuração (Paramento Exterior, ponto 5)	53
Figura 35 - Destacamento do reboco aquando a perfuração (Paramento Exterior, ponto 6)	53
Figura 36 - Destacamento do reboco aquando a perfuração (Paramento Interior, ponto 4)	53
Figura 37 - Zona de ensaio exterior 2.1 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	56
Figura 38 – Execução das juntas de enchimento na Zona de ensaio exterior 2.1 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	56
Figura 39 – Planificação da área de ensaios (S/Escala)	58
Figura 40 – Marcação de áreas de ensaio com “fio azul” (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	58
Figura 41 – Delimitação das áreas de ensaios (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	59
Figura 42 – Zona de ensaio interior 1 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	59
Figura 43 - Zona de ensaio interior 2 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	60
Figura 44 - Zona de ensaio exterior 1 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	60
Figura 45 - Zona de ensaio exterior 2 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)	61
Figura 46 – Divisão da área de ensaio (Zona de ensaio interior 1)	61
Figura 47 – Execução de chapisco (Zona de ensaio interior 1)	62
Figura 48 – Aspeto final da área de ensaio após execução do reboco (Zona de ensaio interior 1)	63
Figura 49 – Humidificação das áreas de ensaio (Zona de ensaio exterior 2)	63
Figura 50 – Marcação dos pontos a arrancar (Zona de ensaio interior 1)	64
Figura 51 – Aspeto final da zona de ensaio com as pastilhas metálicas coladas (Zona de ensaio interior 1)	64
Figura 52 – Máquina de ensaio de aderência tipo Proceq, família DY-2 (SA, 2013)	65
Figura 53 – Esquema representativo da relação entre os elementos utilizados (Machado, 2016)	82
Figura 54 – Esquema representativo das ligações da solução proposta para a implementação do Sistema (Machado, 2016)	82
Figura 55 – Ligação física entre a Máquina de estes e o Raspberry Pi (Machado, 2016)	83
Figura 56 – Iniciação dos serviços necessários ao funcionamento das comunicações (Machado, 2016)	84
Figura 57 – Download dos dados das medições (Machado, 2016)	85
Figura 58 – Gráfico de visualização dos dados das medições em tempo real (Machado, 2016)	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das rochas (Branco, 1981)	10
Tabela 2 - Classificação da natureza da cal de acordo com a matéria – prima (Coutinho, 1997)	13
Tabela 3 - Tipos de cais NHL e HL definidos na NP EN 459-1:2011 (Portuguesa, 2011)	14
Tabela 4 - Inclinação mínima dos suportes das coberturas (%) (Construção, 1998).....	21
Tabela 5 - Distribuição dos concelhos de Portugal Continentes segundo as zonas climáticas (Construção, 1998).....	22
Tabela 6 - Características geométricas médias da telha tipo Marselha (Construção, 1998) ..	22
Tabela 7 – Ritmo de aplicação da carga em função do valor esperado da tensão de aderência (Vieira, 2009) (CEN, 2000).....	47
Tabela 8 - Valores de referência para a tensão de aderência (Gaspar, 2011)	48
Tabela 9 – Valores de referência para a tensão de aderência (Veiga, 2003)	48
Tabela 10 – Planificação dos trabalhos desenvolvidos	55
Tabela 11 - Replanificação dos trabalhos desenvolvidos.....	57
Tabela 12 – Detalhes técnicos de “Weber.Prim.Chapisco” (Saint-Gobain, 2016)	66
Tabela 13 - Detalhes técnicos de “Weber.Rev.ip” (Saint-Gobain, 2016).....	67
Tabela 14 - Detalhes técnicos de “Weber.Rev.Classic”	68
Tabela 15 - Detalhes técnicos de “Weber.Cal.Chapisco” (Saint-Gobain, 2016)	69
Tabela 16 - Detalhes técnicos de “Weber.Cal.Classic” (Saint-Gobain, 2016).....	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resistência de aderência média ao longo do tempo, com substrato seco no instante da aplicação da argamassa (Carasek, et al., 1999).....	39
Gráfico 2 - Resistência de aderência média ao longo do tempo, com substrato húmido no instante da aplicação da argamassa (Carasek, et al., 1999).....	40
Gráfico 3 – Relação entre a aderência da argamassa e a altura de lançamento (Gonçalves, et al., 2005)	42
Gráfico 4 – Tensão de Aderência – Revestimentos Cimentícios	73
Gráfico 5 – Tensão de Aderência – Revestimentos de Cal.....	74
Gráfico 6 – Tensão de Aderência – Revestimentos Cimentícios (valores de referência segundo a NF P 15-201).....	75
Gráfico 7 – Tensão de Aderência – Revestimentos de Cal (valores de referência segundo a NF P 15-201).....	75
Gráfico 8 – Tensão de Aderência – Revestimento Cimentícios (valores de referência segundo (Veiga, 2003)).....	76
Gráfico 9 – Tensão de Aderência – Revestimento de Cal (valores de referência segundo (Veiga, 2003)).....	77
Gráfico 10 – Análise de resultados não nulos	78
Gráfico 11 – Análise de Resultados (segundo a NF P 15-201).....	79
Gráfico 12 – Análise de Resultado (segundo (Veiga, 2003))	79

ÍNDICE

MEMBROS DO JURI NOMEADO.....	I
AGRADECIMENTOS	I
RESUMO.....	II
ABSTRACT	III
LISTA DE SIGLAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABELAS	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VIII
ÍNDICE	IX
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.3. Organização da Dissertação.....	2
CAPÍTULO II – ESTADO DA ARTE.....	3
2.1. Enquadramento Histórico	3
2.2. Solução Arquitetónica.....	6
2.2.1. Distribuição dos Compartimentos.....	7
2.3. Caracterização Construtiva	10
2.3.1. Alvenarias de Pedra.....	10
2.3.1.1. Argamassa de Assentamento de Cal Hidráulica	13
2.3.1.1.1. Caraterísticas Técnicas	13
2.3.1.1.2. Classificação segundo a NP EN 459-1:2011	14
2.3.1.2. Reboco Tradicional	15
2.3.2. Cobertura	17
2.3.2.1. Cobertura de Madeira Instalada.....	18
2.3.2.2. Telha Cerâmica Aplicada	20
2.3.3. Drenagem de Águas Pluviais.....	23
2.3.4. Abastecimento de Água.....	24

2.4. Proposta de Reabilitação Original	25
2.5. Equipamentos de Realização de Ensaios	27
2.5.1. Sistema Digital de Arrancamento do tipo Pull-Out, modelo “Kata”	27
2.5.2. Medidor Digital Económico Pull-Off Tester	28
2.5.3. Sistema Avançado de Teste de Arrancamento – Série DY – 2	29
2.5.4. Dinamómetro	29
2.6. Conclusões	30
CAPÍTULO III – INFLUÊNCIA DO REBOCO NO DESEMPENHO DO SUPORTE	31
3.1. Salinidade do Suporte	32
3.1.1. Enquadramento	32
3.2. Ligação Reboco/Suporte	35
3.2.1. Princípio de Ligação	35
3.2.2. Fatores que influenciam a ligação	36
3.2.2.1. Fatores relacionados com o reboco	36
3.2.2.1.1. Composição da argamassa	36
3.2.2.1.2. Resistência intrínseca da argamassa	37
3.2.2.1.3. Consistência	37
3.2.2.1.4. Espessura do revestimento	38
3.2.2.1.5. Camadas de Revestimento	38
3.2.2.1.6. Idade do revestimento	39
3.2.2.2. Fatores relacionados com o suporte	40
3.2.2.2.1. Textura superficial	40
3.2.2.2.2. Teor de humidade do suporte	41
3.2.2.2.3. Limpeza do Suporte	41
3.2.2.3. Fatores externos ao sistema suporte/revestimento	42
3.2.2.3.1. Modo de aplicação da argamassa	42
3.2.2.3.2. Cura Húmida	42
3.2.2.3.3. Condições atmosféricas durante a aplicação	43
3.2.2.4. Perda da Aderência	43

3.2.2.4.1. Causas	43
3.3. Conclusões	44
CAPÍTULO IV – PLANEAMENTO DOS ENSAIOS EXPERIMENTAIS	45
4.1. Considerações Gerais	45
4.2. Ensaio de resistência ao comportamento por tração	45
4.3. Procedimento de Ensaio.....	47
4.3.1. Requisitos de Desempenho.....	47
4.3.2. Resultados – Padrões de Rotura.....	48
4.3.3. Vantagens e desvantagens do ensaio.....	49
4.4. Preparação do plano de ensaios preliminar	51
4.5. Preparação do plano de ensaios final	55
4.6. Preparação das áreas a ensaiar.....	58
4.6.1. Marcação/Preparação das Zonas de Ensaio.....	58
4.6.2. Aplicação do Chapisco	61
4.6.3. Aplicação do Reboco	62
4.6.4. Cura Húmida	63
4.6.5. Realização dos ensaios in-situ	64
4.7. Materiais aplicados	66
4.7.1. Áreas com Chapisco – Cimento	66
4.7.1.1. Detalhes Técnicos.....	66
4.7.1.2. Aplicação do Produto	66
4.7.2. Áreas com Cimento – Interior	67
4.7.2.1. Detalhes Técnicos.....	67
4.7.2.2. Aplicação do Produto	67
4.7.3. Áreas com Cimento – Exterior	68
4.7.3.1. Detalhes Técnicos.....	68
4.7.4. Áreas com Chapisco – Cal	69
4.7.4.1. Detalhes Técnicos.....	69
4.7.4.2. Aplicação do Produto	69
4.7.5. Áreas com Cal – Interior/Exterior.....	70
4.7.5.1. Detalhes Técnicos.....	70

4.7.5.2. Preparação do Suporte	71
4.7.5.3. Aplicação do Produto	71
4.8. Conclusões	71
CAPÍTULO V – ANÁLISE DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS	72
5.1. Enquadramento	72
5.2. Resultados do plano de ensaios preliminar.....	72
5.3. Resultados do plano de ensaios final.....	72
5.3.1. Influência da orientação solar da fachada nos resultados obtidos.....	77
5.3.2. Análise comparativa dos resultados experimentais	78
5.4. Acesso Remoto a Equipamentos	81
5.4.1. Acesso Remoto.....	81
5.4.2. Procedimento Experimental.....	82
5.4.3. Resultados	84
5.4.4. Conclusões	85
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES FINAIS	87
6.1. Conclusões	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ANEXOS	A1
Anexo 1. Projeto de Arquitetura.....	A2
1.1. Planta de Localização	A3
1.2. Planta de Implantação.....	A4
1.3. Planta de Apresentação	A5
1.4. Alçados.....	A6
1.5. Cortes	A7
1.6. Cortes	A8
Anexo 2. Resultados dos Ensaios Pull-Off.....	A9
1.7. Zona Interior 1	A11
2.2.1. Z1 (INT 01,CIM) 2	A11
2.2.2. Z1 (INT 02, CIM) 1	A11
2.2.3. Z1 (INT 02, CIM) 3	A11
2.2.4. Z1 (INT 02, CAL) 1	A12

2.2.5. Z1 (INT 02, CAL) 2	A12
2.2.6. Z1 (INT 02, CAL) 3	A12
2.3. Zona Interior 2	A13
2.3.1. Z2 (INT 01,CIM) 1	A13
2.3.2. Z2 (INT 01,CIM) 2	A13
2.3.3. Z2 (INT 01, CAL) 1	A13
2.3.4. Z2 (INT 01, CAL) 3	A14
2.3.5. Z2 (INT 02,CIM) 1	A14
2.3.6. Z2 (INT 02,CIM) 2	A14
2.3.7. Z2 (INT 02,CIM) 3	A15
2.3.8. Z2 (INT 02, CAL) 1	A15
2.3.9. Z2 (INT 02, CAL) 2	A15
2.3.10. Z2 (INT 02, CAL) 3	A16
2.4. Zona Exterior 1	A17
2.4.1. Z1 (EXT 01, CAL) 1	A17
2.4.2. Z1 (EXT 02, CIM) 1	A17
2.4.3. Z1 (EXT 02, CIM) 2	A17
2.4.4. Z1 (EXT 02, CIM) 3	A17
2.4.5. Z1 (EXT 02, CAL) 1	A18
2.4.6. Z1 (EXT 02, CAL) 2	A18
2.4.7. Z1 (EXT 02, CAL) 3	A18
2.5. Zona Exterior 2	A19
2.5.1. Z2 (EXT 01, CAL) 1	A19
2.5.2. Z2 (EXT 01, CAL) 3	A19
2.6. Zona Exterior 2.1	A20
2.6.1. Z2.1 (EXT 01, CAL) 1	A20
2.6.2. Z2.1 (EXT 01, CAL) 2	A20
2.6.3. Z2.1 (EXT 02, CIM) 1	A20
2.6.4. Z2.1 (EXT 02, CIM) 2	A20
2.6.5. Z2.1 (EXT 02, CIM) 3	A21
2.6.6. Z2.1 (EXT 02, CAL) 1	A21

2.6.7. Z2.1 (EXT 02, CAL) 2.....	A21
2.6.8. Z2.1 (EXT 02, CAL) 3.....	A21

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

De acordo com o autor (Appleton, 2011), os edifícios antigos “(...) *representam um testemunho vivo da relação entre o homem e a arte*”.

A reabilitação de edifícios, dado o seu valor patrimonial, apresenta uma grande importância não só pela proteção ambiental, mas também pela preservação de valores culturais.

Os edifícios antigos contam uma história, demonstram a evolução do Homem, bem como das técnicas construtivas adotadas ao longo dos tempos.

Nas últimas décadas, com o fácil acesso ao crédito, os centros urbanos viram-se cada vez mais vazios, havendo um crescimento da construção nova e um aumento de massa urbana nas periferias, ficando para segundo plano a reabilitação dos imóveis antigos.

A estagnação do setor da construção e o aumento dos incentivos à reabilitação e requalificação das zonas urbanas, leva à necessidade de preservação do património.

A reabilitação de edifícios tem cada vez mais um papel fundamental no equilíbrio do desenvolvimento, pois há cada vez mais a necessidade de preservar o património histórico, revitalizar os centros urbanos e garantir que a “história” dos edifícios se mantenha. (Silva, 2012)

1.2. Objetivos

O principal objetivo do presente trabalho de dissertação, é definir uma solução de reabilitação de fachadas para o Antigo Matadouro Municipal de Viana do Castelo, executando rebocos pré-doseados com diferentes constituições, aplicados diretamente num suporte granítico ou sobre uma camada prévia de chapisco.

A reabilitação de um edifício patrimonial, alvo de um enfoque particular ao nível municipal, incrementa a importância de um estudo específico de reabilitação da envolvente vertical opaca exterior, designadamente ao nível da camada de reboco sobre a qual são aplicados os revestimentos finais. Neste contexto, o presente estudo pretende contribuir na

análise dos fatores que influenciam a aderência dos diferentes rebocos ao suporte, com auxílio da realização de ensaios de arrancamento.

A realização de um estudo experimental exaustivo à camada de impermeabilização do suporte, visa numa futura reabilitação, constituir um apoio à decisão nos seguintes domínios:

1. Estudo do princípio de preparação do suporte;
2. Definição do tipo de argamassa a aplicar;
3. Estudo da influência da orientação solar das fachadas;
4. Importância da aplicação de uma camada prévia de aderência, designada chapisco.

A utilização exaustiva do processo subjacente à execução dos ensaios de arrancamento resultou numa análise detalhada à sua técnica de execução, procurando-se otimizar procedimentos de leitura e de aquisição de dados.

1.3. Organização da Dissertação

A dissertação aqui apresentada encontra-se organizada em seis capítulos:

- Capítulo I – *Introdução*: são definidos os objetivos que se pretendem atingir e a estruturação do trabalho.
- Capítulo II – *Estado da arte*: é apresentado o edifício tornado como Caso de Estudo e definidas as técnicas construtivas associadas à sua execução e respetivos materiais aplicados.
- Capítulo III – *Influência do reboco no desempenho do suporte*: são apresentados diversos fatores que podem influenciar a aderência entre o suporte e o reboco, assim como diversas técnicas que permitem a deteção e avaliação desses mesmo fatores.
- Capítulo IV – *Planeamento dos Ensaios Experimentais*: são expostos os planos de trabalhos adotados na realização da componente experimental, sendo descritas as etapas da preparação das zonas de ensaio e apresentados os materiais aplicados e suas características técnicas.
- Capítulo V – *Análise dos resultados experimentais*: são apresentados os resultados obtidos nos ensaios de arrancamento, comparando-os com os valores de referência da legislação aplicável. São desenvolvidos ainda, procedimentos que permitem a execução do acesso remoto aos resultados dos ensaios, facilitando o respetivo procedimento experimental.
- Capítulo VI – *Conclusões finais*: são apresentadas as conclusões que se retém da elaboração do presente trabalho de dissertação.

CAPÍTULO II – ESTADO DA ARTE

2.1. Enquadramento Histórico

O edifício tornado Caso de Estudo representa um elevado valor patrimonial para a Cidade de Viana do Castelo. No presente subcapítulo pretende-se enquadrar o seu surgimento e relatar, de forma abreviada, a sua evolução até aos dias de hoje.

No início do século XX, o abate de animais em Viana do Castelo processava-se num degradado edifício, sendo que as condições sanitárias e higiénicas eram deploráveis.

A realidade vivida à época, levou a que na reunião de 31 de Agosto de 1911 se decidisse *“incumbir o inspector do matadouro municipal e o intendente de pecuária de escolherem o local apropriado para a construção dum edifício destinado a matadouro e, bem assim, pedir ao arquitecto senhor Leituga a respectiva planta e o orçamento, afim de se dar solução a este assunto, de conta da Câmara, se for possível, ou por meio de concessão a espera que, para tal efeito, venha a constituir-se”*. (AMVCT, 1911)

Com o objetivo de tornar este processo menos moroso, em finais de 1912, vê-se a proposta de construção de um edificado destinado ao abate de animais, votado favoravelmente: *“sendo urgentíssima a construção do Matadouro Municipal e sendo pequenos os recursos de que esta Câmara pode dispor para tal fim, proponho que se peça superiormente autorização para desviar do fundo de viação a quantia de 1.000 escudos por ano durante o período de quatro anos.”* (AMVCT, 1911)

A localização deste tipo de construção tornou-se um obstáculo, a juntar à incapacidade económica da Câmara Municipal, visto que a sua implantação deveria ser nas redondezas da zona urbana, mas sem nunca comprometer o eficaz funcionamento e acesso ao mesmo. Deste modo, foram surgindo diversos terrenos plausíveis de acolherem esta infraestrutura. Desde o *“terreno do Ministério da Guerra, junto à Estação de Socorro a Náufragos”*, (AMVCT, 1911) nos arredores do *“Castelo de São Tiago”* (AMVCT, 1911), até à *área circundante das azenhas de D. Prior de frente para a “Vacum Oil Company”*. (Peixoto, 1978) Após a análise das diversas vantagens e desvantagens que cada espaço apresentava, chegou-se a uma propriedade da Câmara Municipal, com cerca de 600m² (figura 1), com uma localização ideal, visto ser *“central e, ao mesmo tempo, fora da cidade”* (AMVCT, 1912), apresentando também como convenientes a possibilidade de se virem a drenar os resíduos no Rio Lima e obter-se água potável do reservatório de Gontim, que à data estava a ser construído.



Figura 1 - Localização do Matadouro Municipal de Viana do Castelo (Google, 2013)

Segundo (Peixoto, 1978), apesar das diversas vantagens que o local apresentava, foi questionada, em 1912, a implantação deste tipo de infraestrutura, devido à proximidade com a zona balnear que nos dias de hoje se designa de “Praia Norte”. No entanto, passado um ano, o Presidente da Câmara foi *“autorizado a celebrar e assinar, em nome da Câmara, os contractos de ajuste de expropriação amigável entre o município e os proprietários dos prédios da Veiga de Figueiredo, também denominada “de Areosa”, integrados no terreno escolhido para a construção do novo edifício do Matadouro”*. (AMVCT, 1913)

O Projeto de Arquitetura do edifício em questão, é datado de 6 de Agosto de 1913 e foi da responsabilidade de J. L. Cortón Viqueira e do Arquiteto Municipal, António Adelino de Magalhães Coutinho. (Peixoto, 1978) (figura 2)

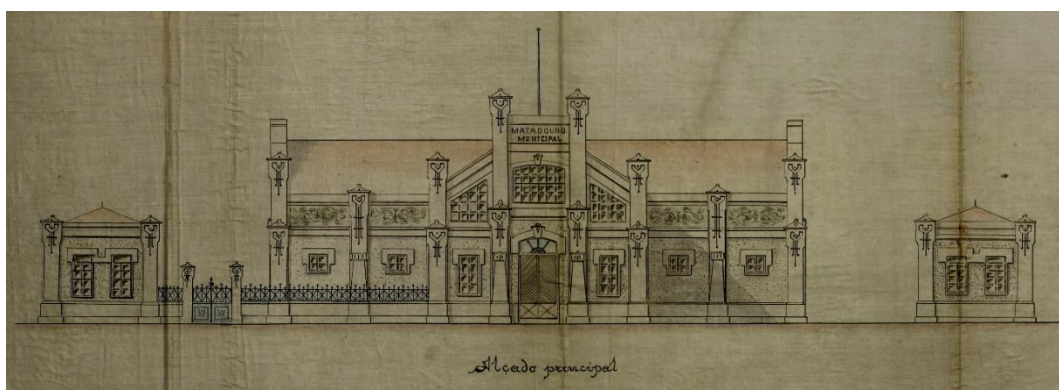


Figura 2 - Alçado Principal do Antigo Matadouro de Viana do Castelo (Viqueira, 1913)

Esta infraestrutura entra em funcionamento a 5 de Outubro de 1926 (AMVCT, 1927), sendo desativada nos finais da década de 90 (Peixoto, 1978).

É do conhecimento público que desde então funcionou como Carpintaria da Câmara Municipal de Viana do Castelo. Houve a tentativa de reabilitação do espaço, no entanto, esta decisão nunca passou à prática. Atualmente é utilizado como armazém municipal, assistindo-se à sua degradação diária.

Destaca-se, no entanto, o seu elevado valor patrimonial, bem patente na seguinte afirmação: *“Na frontaria continua a ostentar elementos decorativos únicos e frugais nas salientes colunas, onde assenta grande parte do peso da elevada cobertura. A encimar o vitral central exhibe intacto o majestático painel de azulejos, de fundo amarelo no qual sobressai em azul marítimo a epígrafe com a sua identidade: MATADOURO MUNICIPAL.”* (Peixoto, 1978) (figura 3)



Figura 3 - Fachada Principal do Matadouro Municipal

2.2. Solução Arquitetónica

De acordo com os registos históricos, (AMVCT, 1913), sendo Viana do Castelo uma cidade com necessidade e vontade de melhorar a sua salubridade, a construção deste tipo de infraestrutura apenas vem oferecer à população melhores condições higiénicas, e de serviço, no que diz respeito ao abate de animais e à execução de tarefas relacionadas com esta atividade. Tendo em conta o carácter urgente da infraestrutura, optou-se por não projetar um edifício demasiado grandioso, não só devido à falta de conhecimentos nesta área, mas também de modo a não sobrecarregar economicamente a Câmara Municipal, tornando-o num Projeto com maior exequibilidade.

O terreno escolhido para implantação da infraestrutura em estudo, apresentava, à data, todas as características necessárias para alojar com sucesso a volumetria do edifício projetado. Tinha desde logo como vantagens os acessos circundantes, que ainda hoje existem: Rua Doutor Pedro Barbosa (que passa junto à Fachada Principal e dá acesso à Estrada Nacional N°13) e na zona posterior do edifício localiza-se a Rua de Vigo.

O projeto do mesmo, teve em grande consideração o tipo de atividades que iriam ser realizadas no seu interior. Sendo um edifício de extremo impacto social, optou-se pela implantação do mesmo a 50m da Estrada Nacional.

Quanto ao edifício em si, houve a preocupação de criar um volume esteticamente agradável, sem impacto visual negativo, chamando a atenção visual da população local.

De modo a cumprir o plano financeiro estipulado, optou-se desde logo por não aplicar cantarias moldadas e madeiras exóticas, à exceção das esquadrias, sem, porém, pôr em risco o aspeto final, a segurança e a garantia de uma construção desta tipologia.

Em 1914 começa a construção do Matadouro Municipal, sendo este executado sobre fundações que apoiam no ensoleiramento geral do terreno. As alvenarias *“em elevação, incluindo os cunhais, pilastras, ombreiras, soleiras e abóbadas nas cobertas”* são executadas em pedra aparelhada *“assente em boa argamassa de cal (...), com a dosagem de uma parte de cal boa e duas de saibro (...), com a espessura de 0,06m. As juntas aparentes, tanto horizontais como verticais, não serão superiores a 0,003m”*. Quanto às paredes divisórias, são do tipo perpianho *“tudo lavrado a pico meio grosso ou de meio aparelho. (...) todas bem assentes em argamassa igual à das alvenarias em elevação”*. Para revestimento das fachadas, foi aplicado reboco de cimento e areia, pintado à cor branca, e “desenhados” elementos ornamentais na vista principal, de modo a criar um volume esteticamente apelativo, e quebrando assim, aquilo que seriam apenas panos lisos, à cor branca, com vãos envidraçados. Quanto aos revestimentos interiores e dependendo da finalidade a que se destina o compartimento, foi aplicado reboco de cimento e areia com acabamento a tinta à cor branca, ou aplicado revestimento a azulejo. A aplicação do cerâmico surge por motivos

de higiene, em compartimentos onde decorriam o abate de animais e realização das tarefas subjacentes. No entanto, após a visita ao espaço, é possível verificar-se que, numa fase posterior, foi aplicada tinta sobre os azulejos.

2.2.1. Distribuição dos Compartimentos

De modo a tornar mais clara a compartimentação interior nas Peças Desenhadas em anexo (Anexo 1), são evidentes as seguintes “zonas”: Edifício Central, Ala Nortes, Ala Sul e Ala Oeste.

Tendo em conta o exposto em (AMVCT, 1913), o Edifício Central, o qual tem acesso pela fachada principal através de uma imponente entrada, era destinado ao abate de animais, preparação dos mesmos e, ainda, à chamusca dos suínos. Este volume surge rodeado de outras infraestruturas (que serviam de apoio às atividades executadas) e de espaços abertos, circundados de muros gradeados.

O acesso a estes espaços ao ar-livre, podia ser efetuado através de portões em ferro, localizados a Nascente e a Sul, sendo o último destinado à entrada do gado, de modo a tornar este processo mais cómodo e eficaz.

Voltando ao Edifício Central, este era destinado principalmente ao abate de animais de grande porte (bovino), sendo dotado de diversos compartimentos consoante as tarefas que eram desenvolvidas: matança, tratamento de peles, carnes e entranhas, e espaço refrigerado (para conservação da carne). A iluminação deste espaço é garantida através das bandeiras das portas laterais e pelos vãos envidraçados, quer da fachada principal, quer da fachada posterior.

Ainda neste volume, mas do lado direito, encontram-se os compartimentos para abate e chamusca de animais suínos e à esquerda, compartimentos para abate de vitelas, carneiros e congéneres. Ambos os espaços são dotados de vãos que permitem acesso com o exterior, o que possibilitava não só a entrada dos animais, como também o fácil encaminhamento das carnes após devidamente tratadas. O compartimento à esquerda é ainda dotado de um vestiário e de zona de arrumos, sendo iluminado através de uma vidraça móvel, o que proporciona também a ventilação natural do espaço.

Todos os espaços destinados diretamente à matança dos animais, eram dotados de equipamentos para *“içar e pendurar as reses, e poderem ser abertas e completado o seu preparo, e ainda de cabides ao longo das paredes, formados por uma barra de ferro polido com ganchos móveis, igualmente de ferro polidos para pendura das carnes (...), aguardando ali a sua pesagem, marcação e condução para os lugares de venda”*.

De modo a evitar a propagação de incêndio, o espaço destinado à chamas encontra-se junto dos compartimentos de matança de suínos, sendo que é dotado de uma chaminé para permitir a exaustão dos fumos.

Todos os compartimentos que constituem o Edifício Central (inclusive), apresentam vãos de dimensões consideráveis que *“dão para as ruas de serviço e arejamento, e todas comunicando entre si com as casas de matança por meio de portas, dispostas muito racionalmente para facilidade dos serviços e comodidade do pessoal servente”*.

A Ala Norte é constituída por um espaço destinado ao acolhimento de um “guarda” (composto por quarto, sala-de-estar, cozinha e uma instalação sanitária de pequenas dimensões), uma cocheira (espaço destinado a arrumos de equipamentos de transporte de carne) e por fim, um conjunto de pocilgas que serviam para alojar os animais antes destes serem abatidos.

A Ala Sul apresenta as mesmas características construtivas dos restantes edifícios, sendo composta por: escritório, laboratório, instalação sanitária de serviço, sala de observação (para análise de animais de pequeno porte que poderiam evidenciar alguma característica duvidosa) e diversos estábulos para alojamento de animais bovinos e caprinos.

É de referir que toda esta Ala é, tal como o restante edificado, dotado de vãos envidraçados que permitem não só a entrada de luz natural, mas também a ventilação dos diferentes espaços e a ligação direta com o exterior. Esta preocupação levou também a que os estábulos garantissem arejamento regular do volume de ar, assegurando uma boa qualidade de alojamento dos animais, não só em termos de conforto, mas também de higiene.

A Ala Oeste, localizada na parte posterior do Edifício Central, é destinada, de uma forma geral, ao armazenamento de recursos alimentares para os animais, tratamento das carnes (Sala de Salga) e das vísceras. No canto Oeste-Norte, estão localizadas as instalações sanitárias para usufruto dos funcionários e dois armazéns: um para vegetação alimentar e outro para resíduos (provenientes dos estábulos dos diferentes animais). Na zona da Sala de Salga, existia um piso superior (o qual não se teve acesso aquando as visitas ao edifício, visto se tratar de um espaço atualmente alugado a terceiros), *“servido por uma escada dupla, de ferro, colocada exteriormente, e é todo circundado por persianas afim de se estabelecer a constante ventilação necessária ao enxugamento e secagem das tripas”*.

De modo a promover a ventilação do Edifício Central, para além das medidas anteriormente mencionadas, executou-se uma cobertura em estrutura de madeira no qual assenta telha cerâmica do tipo Marselha, com ventiladores (distanciados de 4,00m entre si). Esta solução faz com que se promova a circulação do ar interior, levando à ventilação constante do mesmo.

A Drenagem das Águas Residuais foi garantida através de um sistema de recolha em *“manilhas de grés esmaltado”*, que encaminhava os resíduos para uma Fossa Séptica geral. Este depósito é complementado com um *“depurador biológico, sistema do A. Degoix, que fará as suas descargas no aqueduto das águas pluviais, depois de tudo depurado”*.

Como descrito em (AMVCT, 1913), este sistema de depuração consiste em dois depósitos executados um junto ao outro, sendo que no primeiro são reunidas todas as águas negras e no segundo há uma forte componente biológica, que assenta num fundo metálico perfurado. Abaixo do fundo metálico existe um espaço, para o qual são encaminhadas as águas após atravessarem a “massa biológica”. É nesta passagem que se depuram os resíduos indesejados. Visto se tratar de um processo, no qual se formam gases em abundância, nomeadamente ácido carbónico, foi instalada uma chaminé para evacuação dos mesmos para o exterior.

2.3. Caracterização Construtiva

Nos subcapítulos 2.3.1 a 2.3.4, será estabelecida uma caracterização construtiva detalhada do edifício.

2.3.1. Alvenarias de Pedra

A construção das alvenarias do Antigo Matadouro de Viana do Castelo, envolveu a aplicação de granito. Este material foi utilizado com frequência na construção tradicional do Norte de Portugal, devido à sua abundância e adequadas características físicas, químicas e mecânicas.

De acordo com (Branco, 1981), uma pedra natural com boas características a ser aplicada em construção, tal como a pedra granítica da região, deve contemplar as seguintes exigências:

- a) *“Resistência mecânica aos esforços a que vai ser submetida, nomeadamente ao esmagamento, por acção das cargas que lhe são transmitidas, e que podem ser estáticas ou dinâmicas (...)”.*
- b) *“Resistência à acção do tempo e dos agentes atmosféricos naturais (...)”.*
- c) *“Porosidade não exagerada (...)”.*

No edifício tomado como Caso de Estudo, empregou-se o granito, dado tratar-se de um material abundante na região, possibilitando um fácil acesso e consequente extração. O granito enquadra-se na categoria das rochas ígneas, *“assim designadas por resultarem da solidificação de substâncias em fusão (...)”* (Branco, 1981).

Por se tratarem das *“primeiras formações sólidas à superfície da Terra”*, apresentam características muito próprias, que as distingue dos restantes tipos de rochas existentes (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação das rochas (Branco, 1981)

		Densidade	Rompe a kg/cm²	Aderência, massas
Ígneas (profundas)	Granitos	2,5 a 3,0	1500 a 2700	muito boa
	Sienito	2,8	1800	boa
	Diorito	2,8 a 3,0	2000 a 2700	boa
	Gabro		2000 a 2700	boa

Eruptivas (superficiais)	Pórfiro	2,7	2500	muito boa
	Diabase	3	2700	muito boa
	Basalto	2,8 a 3,3	3000	má
	Meláfiro	2,8 a 3,0	1800	aceitável
	Tufos-lava	0,6 a 1,7	35 a 600	
Sedimentares (coerentes)	Alabastro-gesso	2,2 a 2,4	60 a 120	-
	Calcários	1,8 a 2,6	600 a 1500	variável
	Dolomite	2,9	1300 a 1800	instável
	Margas	1,6 a 2,4	-	-
	Conglomerados	1,8 a 2,7	800 a 1700	variável
	Brechas	1,8 a 2,7	800 a 1700	variável
	Arenites		300 a 2700	variável
(incoerentes)	Rochas alteradas	-	-	-
	Cré (greda)	-	-	-
	Diatomite	-	-	-
	Areia	-	-	-
	Seixos	-	-	-
	Argila	-	-	-
	Terras	-	-	-
Metamórficas	Mármore	2,4 a 2,8	1100 a 1800	boa
	Quartzite	2,7 a 3,0	1500 a 2700	má
	Grés	2,5	300 a 2500	boa
	Gnaisse	2,4 a 2,9	1500 a 3000	aceitável
	Xisto	2,5 a 3,0	800 a 1300	má
	Serpentina	2,6	600 a 800	boa

As alvenarias aplicadas, são executadas em pedra aparelhada, assentes em argamassa de cal hidráulica com saibro, designadas normalmente por alvenarias ordinárias.

Este tipo de alvenaria é por norma revestida (Branco, 1981), como é o caso, com reboco ou outro tipo de acabamento. No Antigo Matadouro Municipal, as paredes exteriores (figura 4) e grande parte das interiores são rebocadas e pintadas à cor branca, enquanto que os panos de alvenaria interiores que confinam com compartimentos destinados ao abate direto de animais e atividades com ele relacionado, estão revestidos a mosaico cerâmico.



Figura 4 - Alvenaria ordinária (fachada lateral esquerda do Antigo Matadouro Municipal de Viana do Castelo)

Segundo (Branco, 1981), “considera-se que uma alvenaria é bem executada quando, mesmo argamassada, respeita as regras de arrumação e travamento (...); a argamassa comporta-se apenas como elemento normalizador de transmissão vertical de cargas e garante da solidez do conjunto”.

Como se pode analisar na Figura 4, e de modo a garantir um bom funcionamento/travamento da alvenaria, foram introduzidas pedras de dimensões reduzidas nos intervalos das pedras de maior calibre. No entanto, (Branco, 1981) menciona que numa deficiente execução da alvenaria, a ligação argamassa/pedra, poderá levar ao destacamento do reboco. Este fenómeno acontece devido às diferentes capacidades de resistência às cargas aplicadas, fazendo com que as mesmas sejam transmitidas pontualmente através das saliências das pedras, o que leva à formação de fendas e deslocação dos diferentes materiais.

Este fenómeno relatado por (Branco, 1981), é evidente no edifício em análise. De registar que a extensa fissuração das argamassas de reboco se deve, muito provavelmente, a deslocamento do suporte de alvenaria de pedra granítica.

2.3.1.1. Argamassa de Assentamento de Cal Hidráulica

O assentamento das pedras foi executado sobre argamassa de cal hidráulica. Consideram-se este tipo de argamassas, todas aquelas que são produzidas com componentes hidráulicos, por conseguirem a presa com o auxílio de água. (Branco, 1981)

A NP EN 459-1 (Portuguesa, 2011), refere que as cals hidráulicas são principalmente constituídas por hidróxidos, silicatos e aluminatos de cálcio e obtêm-se através da cozedura de rochas calcárias argilosas e/ou pela mistura de materiais apropriados a este fim. No entanto, Vicat concluiu que a hidráulidade da cal varia consoante o teor de argila presente no calcário (tabela 2). (Coutinho, 1997)

Tabela 2 - Classificação da natureza da cal de acordo com a matéria – prima (Coutinho, 1997)

Natureza da cal	Teor de argila (%)	Índice de	Tempo de presa (dias)
		hidráulidade $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$	
Cal aérea, gorda	<1	-	-
Cal aérea, magra	1 a 5	-	-
Fracamente hidráulica	5,3 a 8,2	10 a 6,2	16 a 30
Medianamente hidráulica	8,2 a 14,8	6,2 a 3,1	10 a 15
Simplesmente hidráulica ou hidráulica propriamente dita	14,8 a 19,1	3,2 a 2,4	5 a 9
Eminentemente hidráulica	19,1 a 21,8	2,4 a 2,0	2 a 4
Cal limite ou cimento de presa lenta	21,8 a 26,7	2,0 a 1,5	1
Cimento de presa rápida	26,7 a 40	1,5 a 0,8	-

2.3.1.1.1. Características Técnicas

Segundo (Penas, 2008), “as argamassas de cal hidráulica apresentam características intermédias entre as argamassas de cimento e as argamassas de cal aérea”.

As argamassas hidráulicas não apresentam muita resistência mecânica, tanto ao nível dos esforços de compressão como de tração, contudo, evidência elevada trabalhabilidade. Esta característica garante que haja uma integração perfeita entre os blocos graníticos de geometria diversificada.

Quanto à presa e ao endurecimento da argamassa, este processo inicia-se aquando a adição de água com a mistura, fazendo com os silicatos e aluminatos de cálcio presentes hidratem. Durante o desenvolvimento deste fenómeno, os compostos cristalizam *“formando uma rede de cristais entrelaçados que são responsáveis pela presa e pelo desenvolvimento de resistência da pasta”*. Deste modo, conclui-se que quanto maior for a quantidade de argila presente na matéria-prima, *“menor é o tempo de presa e maior é a resistência final do material endurecido”*. (Gomes, et al., 2013)

Apesar da presa funcionar eficientemente com a adição de água, este tipo de argamassa não deve ser aplicado em estruturas submersas, pois a sua presa não é suficientemente rápida para garantir um bom acabamento. (Gomes, et al., 2013)

2.3.1.1.2. Classificação segundo a NP EN 459-1:2011

A NP EN 459-1:2011 (Portuguesa, 2011), considera que a cal hidráulica se divide em três categorias: cal hidráulica natural (NHL), cal formada (FL) e cal hidráulica (HL). No trabalho em questão, as categorias que interesse têm são as seguintes:

1. Cal hidráulica natural (NHL): resulta do aquecimento de calcários com mais ou menos teor de argila ou silício. Este tipo de componente faz presa em contacto com a água e por reação do dióxido de carbono. Quando se fala em argamassa de cal hidráulica natural, pressupõe-se a não adição de aditivos.
2. Cal hidráulica (HL): tal como no componente anteriormente descrito, a presa e o endurecimento da mistura consegue-se através da adição de água (processo de hidratação) e do contacto do dióxido de carbono com o ar (fenómenos de carbonatação), no entanto poderá ser constituído por outros materiais como o cimento ou as cinzas volantes.

“Em termos mecânicos, a norma estabelece, para todas as cals hidráulicas, três classes de resistência mecânica – 2MPa, 3.5MPa e 5MPa – que correspondem ao valor característico mínimo de resistência à compressão, (...), aos 28 dias de idade de uma argamassa normal”. (tabela 3) (Portuguesa, 2011)

Tabela 3 - Tipos de cals NHL e HL definidos na NP EN 459-1:2011 (Portuguesa, 2011)

Designação	Notação	Cal disponível como Ca(OH) ₂ (%) em massa)	Resistência à compressão (Mpa)
Cal hidráulica natural	NHL 2	≥ 35	≥2 ≤7
2			

Cal Hidráulica Natural (NHL)	Cal hidráulica natural 3,5	NHL 3,5	≥ 25	$\geq 3,5 \leq 10$
	Cal hidráulica natural 5	NHL 5	≥ 15	$\geq 5 \leq 15$
Cal Hidráulica (HL)	Cal hidráulica 2	HL 2	≥ 10	$\geq 2 \leq 7$
	Cal hidráulica 3,5	HL 3,5	≥ 8	$\geq 3,5 \leq 10$
	Cal hidráulica 5	5	≥ 4	$\geq 5 \leq 15$

Por análise à tabela, pode-se concluir que a cal hidráulica natural apresenta uma maior quantidade de cal quando comparada com a cal hidráulica, no entanto o aumento da classe de resistência, traduz-se na diminuição do teor de cal. (Portuguesa, 2011)

Dada a época da construção, assegurava-se a utilização elevada de cal no seu estado normal, contribuindo para a formação de uma mistura com elevada trabalhabilidade.

2.3.1.2. Reboco Tradicional

Os rebocos à data da construção do Antigo Matadouro de Viana do Castelo tinham funções muito semelhantes aos rebocos aplicados nos dias de hoje, no entanto, os requisitos funcionais a cumprir eram de menor desempenho, não só devido às características dos materiais disponíveis à época, mas também devido aos tipos de paredes construídas.

Os rebocos tradicionais, também conhecidos como argamassas tradicionais, têm um papel fundamental na regularização e proteção dos paramentos das alvenarias, que devido à sua exposição, estão mais sujeitos aos impactos ambientais e mecânicos que possam ocorrer. Esta exposição intensa faz com o que o revestimento em causa necessite, numa primeira fase, de intervenções de reabilitação.

Sendo os rebocos tradicionais fortemente utilizados na construção tradicional portuguesa, *“verifica-se uma frequente inadequação das composições e dos procedimentos de execução dos rebocos tradicionais resultante dos curtos prazos de execução das construções, da falta de mão-de-obra especializado e do seu elevado custo, originando o aparecimento de diversas patologias (...)”*. (Leal, 2009)

O correto comportamento de um reboco tradicional é obtido com a conjugação de vários fatores, tais como: o estado do suporte, tipos de materiais utilizados, traço e cuidados que se têm durante a amassadura, espessuras das diferentes camadas e local de implantação do edifício.

À época, *“As paredes eram mais espessas, mais porosas e mais deformáveis que as actuais e não tinham, em geral, cortes de capilaridade. A água penetrava mais facilmente, através das fundações, da caixilharia, ou de outros pontos cuja estanquidade não era garantida, mas era também rapidamente expulsa por evaporação, já que os materiais eram mais permeáveis ao vapor de água”*. (Veiga, 2005)

Neste contexto, para se obter um resultado razoável de impermeabilização e proteção do paramento, era comum o recurso à *“técnica multi-camada”*, que se baseia, tal como o nome indica, na aplicação de finas camadas diferenciadas entre si. Desta forma, eram executadas camadas de regularização e proteção (denominados emboço, reboco e esboço) e camadas de proteção, acabamento e decoração (*“barramento (ou guarneçamento); pintura, em geral mineral; ornamentação (por vezes)”*). (Veiga, 2005)

No edifício tornado como Caso de Estudo, foi aplicada argamassa de cimento e areia, para a execução das diferentes camadas de revestimento dos paramentos. No entanto, nas camadas apenas destinadas à regularização e proteção do paramento (camadas internas), foram aplicados inertes de maior granulometria, de modo a se obter um bom comportamento face às deformações estruturais e à presença de água.

Quanto às camadas mais superficiais, camadas de acabamento e decoração, foram aplicados os mesmos materiais, no entanto, adotaram-se inertes de granulometria mais fina (figura 5).



Figura 5 - Apresentação das diferentes camadas de argamassa que revestem o paramento

No caso dos ornamentos que se apresentam na Fachada Principal e de modo a se conferir estabilidade e segurança da argamassa aplicada, foram usados pedaços fraturados de elementos cerâmicos (como a telha cerâmica) (figura 6).



Figura 6 - Aplicação de telha cerâmica para estabilização da argamassa

A aplicação destes “cacos” entre camadas de argamassa conferiam à época a possibilidade de executar elementos arredondados nas bases dos pilares, como apresentado na figura 6.

2.3.2. Cobertura

A cobertura do Antigo Matadouro de Viana do Castelo é inclinada, revestida a telha cerâmica tipo Marselha, apoiada numa estrutura de madeira.

Sendo a cobertura um dos elementos mais importantes de um edifício, não só a nível estrutural, mas também para o conforto e bem-estar dos seus utilizadores, é importante que satisfaça um conjunto alargado de exigências funcionais, que à data da construção do edifício não eram totalmente garantidas.

Segundo (Construção, 1998), *“as principais exigências a satisfazer pelas coberturas inclinadas revestidas a telha cerâmica são as seguintes:*

1. *Estanquidade à água*
2. *Suscetibilidade de condensação*
3. *Comportamento ao gelo-degelo*
4. *Permeabilidade ao ar*
5. *Isolamento térmico*
6. *Comportamento mecânico*
7. *Comportamento sob a acção do vento*

8. *Estanquidade aos materiais em suspensão no ar*
9. *Isolamento sonoro*
10. *Exigências geométricas e de estabilidade dimensional*
11. *Uniformidade do aspecto*
12. *Reacção ao fogo*
13. *Resistência aos agentes químicos”.*

As exigências referidas nos pontos 1 a 13, não são satisfeitas pela cobertura existente, não só devido ao escasso investimento à data da construção, mas também porque em meados de 1900 não existiam normas regulamentares que impusessem requisitos mínimos de conforto, acústica e de segurança contra incêndios.

2.3.2.1. Cobertura de Madeira Instalada

A análise dum telhado do tipo tradicional, idêntico ao existente no edifício estudado, assenta no seguinte esquema construtivos:

1. *O material de cobertura, em geral não é absolutamente impermeável, quer pela sua própria natureza, quer pelo processo de assentamento, circunstância que força a que ele seja disposto segundo planos inclinados;*
2. *O ripado, disposto segundo linhas de nível daqueles planos inclinados e vencendo vãos de pequeno valor;*
3. *O varedo, sobre o qual descarrega o ripado, e por sua vez assente segundo as linhas de maior declive daqueles mesmos planos;*
4. *As madres, sobre as quais descarrega o varedo e horizontalmente dispostas;*
5. *As asnas, recebendo a descarga das madres e que, por sua vez, se apoiam pelos extremos em paredes ou em pilares da construção.” (Civil, 1988) (figura 7)*

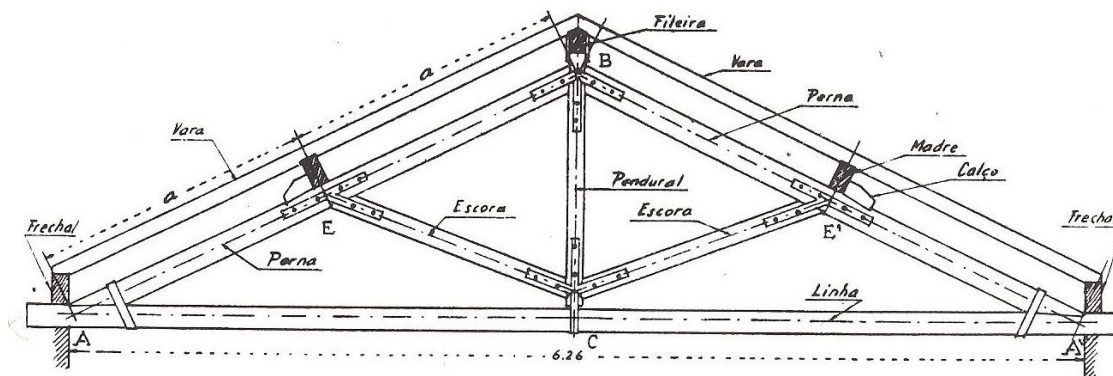


Figura 7 - Asna clássica de madeira (Civil, 1988)

A utilização da madeira na execução de coberturas tradicionais, é um processo construtivo comum aos edifícios contemporâneos ao estudado. O facto deste material ser “facilmente” extraído da natureza e ter uma fácil trabalhabilidade, faz com que à época se construísse com regularidade estruturas neste material.

A evolução da técnica construtiva permitiu reduzir as secções das madres, podendo estas substituir o ripado e o varedo. Como as dimensões das madres variam consoante o afastamento das asnas, optou-se por reduzir esta mesma distância. Estas alterações, levam à evolução da estrutura de madeira, que exhibe principalmente leveza. A simplificação descrita, leva à eliminação definitiva de elementos como o varedo e o ripado (figuras 8 e 9).

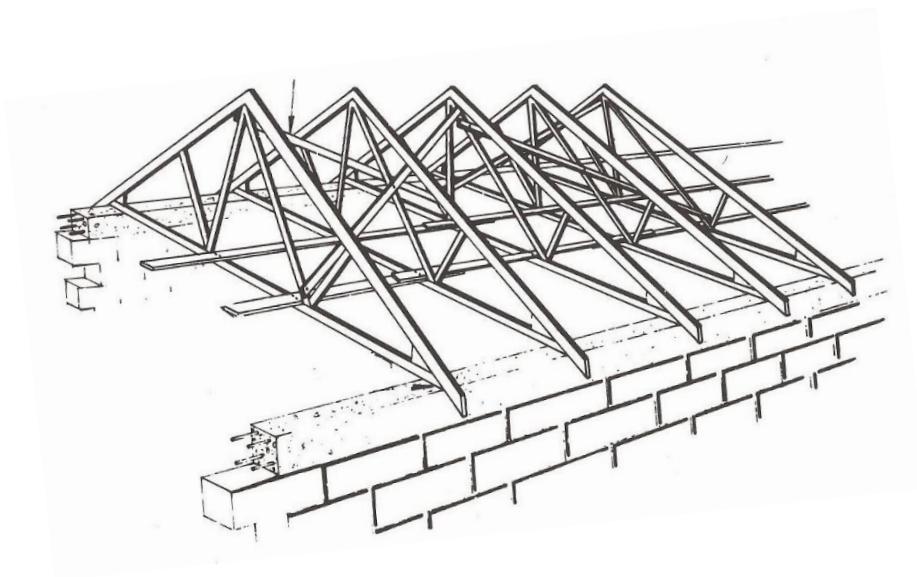


Figura 8 - Estrutura ligeira de cobertura (Civil, 1988)



Figura 9 - Estrutura de Madeira do Antigo Matadouro

A evolução construtiva das coberturas, tornou a execução desse elemento mais simples, contudo, a asna mantém o seu papel como elemento principal. *“Os muitos exemplos existentes de velhas asnas de madeira são ainda justo motivo de admiração, não só no que respeita a concepção do elemento estrutural no seu todo, mas também e principalmente pelas soluções encontradas para a ligação entre si dos vários elementos componentes, dadas as sujeições impostas pela natureza do material lenhoso, o qual, como se sabe, apresenta elevada resistência aos esforços de tracção e de compressão axiais e uma acentuada debilidade aos esforços de corte.”* (Civil, 1988)

O modo como os diferentes elementos são amarrados entre si, tem evoluído ao longo dos tempos, procurando sempre uma solução ótima. No edifício em estudo e atendendo à época da construção, a ligação foi obtida através da pregagem (de pregos) entre os diferentes elementos de madeira que constituem a estrutura da cobertura. A quantidade de pregos utilizada é considerável atendendo que *“sendo baixo o valor da tensão de rotura da madeira ao corte, resulta daqui o elevado número de pregos necessários para evitar que estes rasguem a madeira.”* (Civil, 1988)

2.3.2.2. Telha Cerâmica Aplicada

A telha Marselha está fortemente presente na construção tradicional portuguesa, principalmente no norte e centro do país, sendo o edifício do Matadouro Municipal um forte exemplo desta aplicação. Apresenta como principais vantagens uma fácil e melhor fixação com o ripado e entre as próprias telhas (devido ao duplo encaixe que este tipo de material possui) e reduz a área de sobreposição de telhas fazendo com que se obtenha uma cobertura mais leve e mais económica (figura 10). No entanto, devido às características geométricas destas telhas, toda a estrutura em madeira deve ser corretamente executada, garantindo esquadrias e espaçamentos regulares. Outra questão que apresenta a seu favor, é a redução de custos que se consegue obter aquando a aplicação do recobrimento, pois este material necessita de pouca argamassa quando comparado com outras telhas existentes no mercado (como é o caso das tipo Canudo) (tabela 6). (Lisboa, 2006/2007)

A aplicação de telhas na construção tradicional portuguesa, é um processo construtivo corrente. Dado o controlo de custos necessário à edificação do Matadouro Municipal, foi a solução de revestimento adotada: *“(...) as telhas qualificam-se como produtos técnicos, correspondendo a requisitos rigorosos expressos em normas de especificação de características e respectivos métodos de ensaio, complementados com ensaios funcionais para avaliação de desempenho, aplicáveis ao conjunto das coberturas, para simulação de exposição a condições climáticas típicas das diferentes regiões da Europa (Norte, Centro e Sul)”*. (Construção, 1998)

Hoje, sendo fundamental o conhecimento das condições climáticas para um correto dimensionamento e conceção, existem dados (tabela 4), que nos permitem adotar as inclinações favoráveis, tendo em conta a zona do país (Zona I, II ou III) e a exposição a que determinado edifício está sujeito.

Tabela 4 - Inclinação mínima dos suportes das coberturas (%) (Construção, 1998)

Modelo de Telha	Exposição (2)	Desenvolvimento da Vertente(m) (3)	Localização(2)		
			Zona I	Zona II	Zona III
Lusa	Protegida	até 6.0 m	32	40	45
	Normal		39	44	50
	Exposta		44	51	57
	Protegida	6.0 a 10.0m	39	44	50
	Normal		43	48	55
	Exposta		48	56	63
Marselha	Protegida	até 6.0 m	61	65	70
	Normal		67	73	78
	Exposta		77	84	90
	Protegida	6.0 a 10.0m	66	72	77
	Normal		74	80	86
	Exposta		85	91	99
Canudo (4)	Protegida	até 6.0 m	50	55	59
	Normal		55	61	66
	Exposta		64	69	76
	Protegida	6.0 a 10.0m	55	59	65
	Normal		61	67	73
	Exposta		69	77	84
Romana	Protegida	até 6.0 m	40	45	49
	Normal		44	49	55
	Exposta		51	57	64
	Protegida	6.0 a 10.0m	44	50	55
	Normal		48	55	61
	Exposta		56	63	69
Plana (4)	Protegida	até 6.0 m	58	64	68
	Normal		64	70	76
	Exposta		75	81	87
	Protegida	6.0 a 10.0m	64	69	75
	Normal		71	77	84
	Exposta		83	89	96

O nível de exposição divide-se nas seguintes categorias: situações protegida, normal e exposta.

Segundo (Construção, 1998), considera-se uma situação protegida, aquela “*área totalmente rodeada por elevações de terreno, abrigada face a todas as direcções de incidência dos ventos*”. Quando nos referimos a uma situação normal, pressupõe-se um terreno quase plano com ligeiras inclinações. Uma situação exposta considera “*áreas do litoral até uma distância de 5km do mar, no cimo de falésias, em ilhas ou penínsulas estreitas, estuários ou baías muito cavadas. Vales estreitos (que canalizam ventos), montanhas altas e isoladas e algumas zonas de planaltos*”.

O volume aqui estudado encontra-se numa situação normal, visto não existirem irregularidades consideráveis no terreno onde está implantado, nem nos terrenos circundantes.

Quanto à zona e tendo em consideração o Caso de Estudo, Viana do Castelo localiza-se de uma forma geral na Zona II, no entanto, como o edifício do Antigo Matadouro está

construído numa faixa de 20km a contar desde a costa litoral, apresenta características da zona III (tabela 5).

Tabela 5 - Distribuição dos concelhos de Portugal Continentes segundo as zonas climáticas (Construção, 1998)

Sabrosa	3	Vendas Novas	2
Sabugal	3	Viana do Alentejo	1
Salvaterra de Magos	2	Viana do Castelo*	2
Santa Comba Dão	2	Vidigueira	1
Stª Marta de Penaguião	3	Vieira do Minho	3
Santarém	2	Vila de Rei	2
Santiago do Cacém*	2	Vila do Bispo**	3
Santo Tirso	2	Vila do Conde*	2
São Brás de Alportel	2	Vila Flor	2
São João da Madeira	2	Vila Franca de Xira*	2
São João da Pesqueira	2	Vila Nova da Barquinha	2

* Concelho pertencente a zona II, tendo no entanto características da zona III numa faixa de 20 km a contar da costa litoral.

** Concelho da costa litoral pertencente na totalidade à zona III.

Contudo, apesar da telha cerâmica no geral, demonstrar que consegue permanecer no mercado e continuar a ser aplicada com regularidade, o tipo Marselha entrou em desuso principalmente devido à sua estética, quando comparada com a telha de canudo. (Minho)

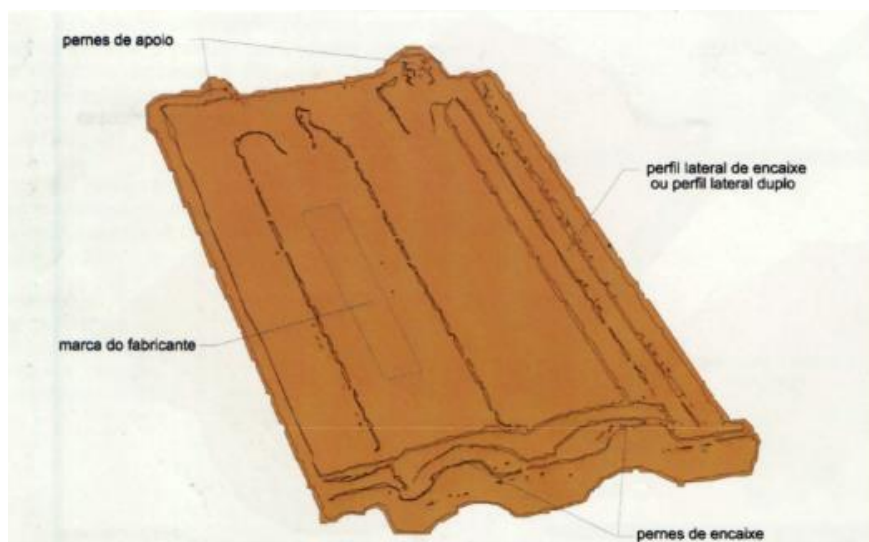


Figura 10 - Constituição de uma telha cerâmica tipo Marselha (Lisboa, 2006/2007)

Tabela 6 - Características geométricas médias da telha tipo Marselha (Construção, 1998)

Peso	3.0 a 3.5kg
Comprimento	40 a 45cm
Largura	26cm
Altura	3cm

Recobrimento longitudinal	5 a 6 cm
Recobrimento transversal	3 a 4cm
Espaçamento do ripado	37 a 39cm
Unidades por m²	11 a 12

2.3.3. Drenagem de Águas Pluviais

No Edifício de Estudo, a drenagem das águas pluviais é garantida através da instalação de caleiras junto da platibanda que circunda parte da cobertura. De modo a minimizar o impacto estético, e analisando as figuras 11 e 12, percebe-se que houve a preocupação de não se projetarem tubos de queda na fachada principal do edifício. As pendentes da cobertura do edifício foram executadas de modo a garantir a drenagem das águas pluviais para as fachadas laterais. Os tubos de queda instalados à época foram executados em material metálico, cuja composição se desconhece, que encaminhavam as águas para caixas de visita instaladas à cota do solo.

Posteriormente, segundo (AMVCT, 1913), estas águas eram transportadas por meio de tubagens existentes nas *“ruas interiores com os respectivos recipientes e seus ramais, em aquedutos de alvenaria com todas as juntas tomadas a cimento, (...), que conduzirá ao caminho do Rego de Fontes, percorrendo-a ainda subterraneamente, em uma extensão aproximadamente de 80m”*.



Figura 11 - Fachada Principal do Antigo Matadouro de Viana do Castelo (sem tubos de queda instalados)



Figura 12 - Fachada Lateral do Antigo Matadouro de Viana do Castelo (com tubos de queda instalados)

2.3.4. Abastecimento de Água

O abastecimento de água ao edifício garantiu-se através de tubagem em ferro galvanizado de diferentes diâmetros, que encaminhava a água desde o depósito/reservatório até todos os diferentes pontos de consumo, como retretes, estábulos, bebedouros, salas de matança e preparação dos animais.

Paralela a esta, foi executada uma rede de abastecimento de água quente, que fazia ligação da caldeira, instalada e movida a lenha, para “as torneiras da banca da casa de preparação de sebo, para três de preparação da dobrada e para duas torneiras da casa de chamusca dos suínos, para a casa da salga dos couros e seca das tripas, para três estâncias de morte, e para uma no laboratório”. (AMVCT, 1913)

2.4. Proposta de Reabilitação Original

A Novembro de 2009, foi elaborada uma proposta de Reabilitação do Antigo Matadouro de Viana do Castelo, com a autoria do Arq.^o António Pedro Machado Cardona. Tendo em conta as características do imóvel e o estado em que se encontrava à data, fazia sentido perceber *“o seu potencial enquanto receptor de mais-valias funcionais, importa analisar os objectivos e programas propostos, permitindo validar os ensaios de arquitectura”*. (Cardona, 2009)

Tendo como fundamento a informação mencionada em (Cardona, 2009), foi elaborado, pelo Chefe de Divisão de Arquivo da Câmara Municipal de Viana do Castelo, Dr. António Maranhão Peixoto, um documento intitulado *“Arquivo Municipal – Programa Preliminar de Arquitectura”*.

Neste, são expostos uma série de parâmetros que visam objetivar as necessidades dos Arquivos em geral, desde os problemas em curso, às necessidades deste tipo de serviço.

Atendendo ao anteriormente referido, o Programa Preliminar de Arquitectura pretende esclarecer:

“Funções Principais

- *Receber/recolher documentação*
- *Conservar documentos*
- *Organizar*
- *Comunicar (utilizadores)*
- *Divulgar (munícipes / comunidade científica)*

Avaliar

- *Condições do meio ambiente*
- *Sistema de segurança*
- *Sistema de controlo e exclusão de pragas*

Regular factores climáticos (criação de um ambiente interno estável)

- *Caixa do Edifício: interação entre estrutura do edifício e o local da construção*
- *Cobertura: resistência à água, vapor, calor, radiações, ventos*
- *Fundações: fonte principal de humidade relativa em excesso*

Controlar

- *Climatização: controlo permanente do meio ambiente onde o espólio permanece armazenado (temperatura / humid. relat.)*

- *Qualidade do Ar: decisiva na deterioração dos tipos química e orgânico (ventilação 24/24h. com unidades autónomas)*
- *Iluminação: factor de degradação com efeito cumulativo (utilização racional da qualidade e quantidade.” (Cardona, 2009)*

Tendo em consideração estes fatores, e tratando-se de uma cidade em crescimento, põe-se também a hipótese de ampliar o edificado (a longo prazo), de modo a garantir as necessidades de armazenamento de documentação.

Numa primeira fase, pretende-se reabilitar o *“corpo central e extremos frontais – com a demolição do restante edificado e consequente reconstrução (...)”*. Para a projeção do Projeto de Arquitetura deste edifício, tem-se em mente uma *“linha de produção”*, no qual se consideram *“a Rentabilidade (do espaço), a Produtividade (no tratamento documental) e a Distribuição (do acervo)”*. A junção destas três condições, levam à formação de um volume, constituído pelos diferentes setores necessários ao correto funcionamento de um Serviço desta natureza.

Em termos construtivos, a intervenção no Antigo Matadouro Municipal, passa pelo restauro e remodelação dos volumes central e extremos laterais (por se tratarem de zonas destinadas ao público), tendo em conta a aplicação de técnicas construtivas tradicionais, e passa também pela *“adopção de tecnologias e materiais contemporâneos em virtude das exigências mecânicas e climáticas (...)”*. (Cardona, 2009)

2.5. Equipamentos de Realização de Ensaios

A realização de ensaios mecânicos ao reboco de revestimento das paredes do Edifício do Antigo Matadouro Municipal, pressupõe a utilização de equipamento específico, cujo processo de aplicação se detalha no Capítulo IV.

Os equipamentos utilizados para a realização de ensaios de arrancamento tiveram uma evolução pouco significativa. Segundo a pesquisa efetuada, assimilam-se algumas mudanças na componente eletrónica dos aparelhos.

De acordo com (J. Roma, Lda., 2016), existem:

- Sistema Digital de Arrancamento do tipo Pull-Out modelo “Kata”;
- Medidor Digital Económico Pull-Off Tester;
- Sistema Avançado de teste de arrancamento – Série Dy-2.

Segundo (Proceq, 2016), existe ainda o dinamómetro, que permite obter o valor da tensão de aderência.

2.5.1. Sistema Digital de Arrancamento do tipo Pull-Out, modelo “Kata”

Este tipo de sistema (figura 13) aplica-se para avaliar a resistência do betão, sendo que *“(...) mede a força necessária para arrancar do betão uma placa de aço alargada na extremidade inserida no betão enquanto fresco” (...)*. O sistema do tipo “Kata”, apresenta-se em conformidade com a EN 12504-3, sendo *“(...) constituído por um conjunto de elementos, todos eles adequados para uso em condições extremas ambientais, estando por isso adequado para ensaios intensivos em trabalhos de campo. (...) as leituras são dadas por um módulo digital acoplado ao macaco hidráulico”*. (J. Roma, Lda., 2016)



Figura 13 – Equipamento de Sistema Digital de Arrancamento do tipo Pull-Out, modelo “Kata” (J. Roma, Lda., 2016)

2.5.2. Medidor Digital Económico Pull-Off Tester

O Medidor Digital Económico Pull-Off Tester (figura 14), é usado para determinar a resistência de aderência entre materiais diversos (betão, argamassa, cerâmicas). Este valor de aderência é obtido “(...) através do arrancamento de um disco metálico que é colado (...). É um sistema bastante simples de usar, fácil e rápido de instalar, num design compacto e robusto, concebido quer para trabalho de campo quer para ensaios em laboratório”.

Este equipamento, consiste num sistema digital, uma vez que “(...) a medida é feita por um módulo eletrónico, equipado com visor digital, instalado numa estrutura de suporte de alumínio (...)”. (J. Roma, Lda., 2016)



Figura 14 – Equipamento Medidor Digital Económico Pull-Off Tester (J. Roma, Lda., 2016)

2.5.3. Sistema Avançado de Teste de Arrancamento – Série DY – 2

O equipamento do tipo Série DY -2 da Proceq, dadas as suas características, foi aplicado na execução dos ensaios de arrancamento.

Os aparelhos baseados neste sistema (figura 15), consistem em “(...) equipamentos automatizados que abrangem a gama completa de aplicações para ensaios de aderência e de diferenciam pela facilidade de operação e capacidade única de armazenar o registo completo de um ensaio”.

Outra particularidade destes equipamentos é o facto dos “(...) medidores da Série Dy-2 possuem um motor integrado e controlado que remove totalmente essa variável, disponibilizando assim um ensaio totalmente automatizado com taxa de carga constante”. (J. Roma, Lda., 2016)



Figura 15 – Equipamento de Sistema Avançado de Teste de Arrancamento – Série DY – 2 (J. Roma, Lda., 2016)

2.5.4. Dinamómetro

O dinamómetro (figura 16), “(...) determina o poder de aderência em diferentes superfícies (...)”. Este equipamento é utilizado principalmente para determinar a força de aderência de revestimentos em estruturas de betão e a resistência à tração do próprio betão. Tem como principais características:

- “Manómetro digital integrado (...);
- Mobilidade de uso (...);
- Leveza e precisão;
- Independência de alimentação elétrica devido à facilidade de acionamento da manivela;
- Aumento de carga constante livre de arrancos;

- (...)”. (Proceq, 2016)



Figura 16 – Dinamómetro (Proceq, 2016)

2.6. Conclusões

No Capítulo II, foi desenvolvido um Estado da Arte aplicado ao tema do trabalho da Dissertação. Foram salientados os procedimentos construtivos mais relevantes do edifício tomado como Caso de Estudo, estabelecido o seu enquadramento arquitetónico e detalhados os principais materiais construtivos aplicados na sua execução. Complementarmente, foi efetuada uma breve análise ao Projeto de Reabilitação desenvolvido, e analisado o procedimento tecnológico associado à técnica de ensaios envolvida na execução dos ensaios de arrancamento.

CAPÍTULO III – INFLUÊNCIA DO REBOCO NO DESEMPENHO DO SUPORTE

No Capítulo III, pretende-se analisar a influência das características do reboco no desempenho do suporte. São destacados os seguintes fatores:

- Salinidade no suporte;
- Ligação argamassa/suporte.

Dos fatores enunciados, as salinidades são tratadas de forma qualitativa, não tendo sido estudadas. Desta forma, não é possível extrair conclusões relacionadas com o Caso de Estudo em análise. De qualquer forma, serão registados os principais elementos relacionados com o estudo de aderência entre a argamassa e o suporte, dando ênfase à sua influência no desempenho das paredes.

3.1. Salinidade do Suporte

3.1.1. Enquadramento

A formação/cristalização de sais é cada vez mais um dos principais fatores de degradação dos suportes. Segundo (Algarvio, 2010), *“as paredes de alvenaria antiga encontram-se particularmente expostos a acções de degradação, nomeadamente a nível dos rebocos que são as áreas normalmente mais afectadas pela cristalização de sais solúveis”*.

Sais como sulfatos e nitratos estão por norma relacionados com a poluição atmosférica e os cloretos poderão estar presentes na água utilizada aquando a amassadura da argamassa, no solo (os quais ascendem por capilaridade até ao suporte) e em ambientes marítimos. (Algarvio, 2010)

No edifício tornado Caso de Estudo, há probabilidade de estarem presentes cloretos, devido à sua proximidade com a zona costeira, mas também devido à origem da água aplicada durante a execução de argamassa. Atendendo à época da construção e aos meios disponíveis para a dessalinização/transporte de água, pressupõe-se que devia ser utilizado um solvente com origem na proximidade, logo, rico em cloretos.

Os autores (Puim, et al., 2012), referem que a degradação do suporte acontece quando os sais *“cristalizam na superfície do material (formando eflorescências) ou no interior dos poros (formando subflorescências que podem introduzir tensões internas no material)”* (figura 17). O fenómeno de cristalização ocorre aquando a evaporação do solvente (água), *“podendo as variações de temperatura ter influência”*.

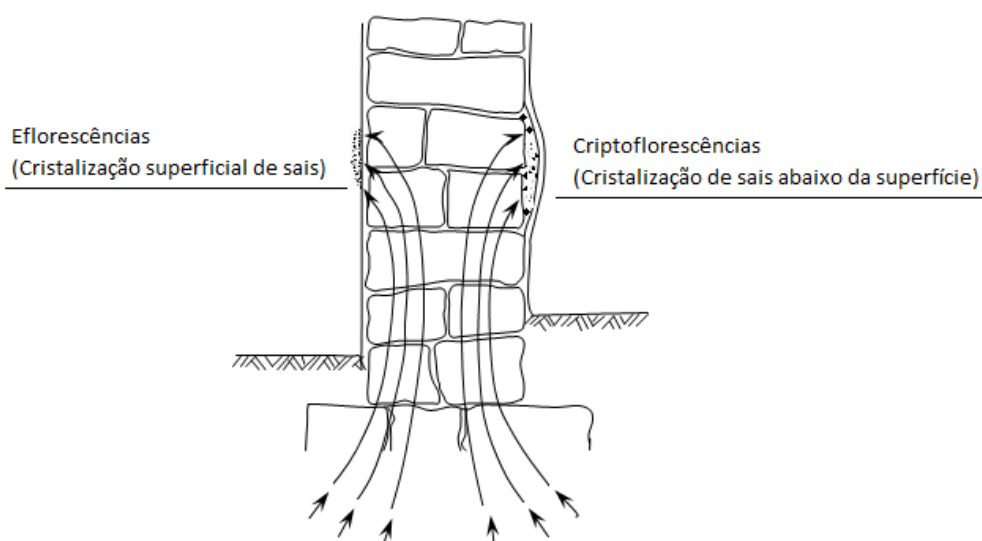


Figura 17 - Esquema de propagação da humidade ascensional (Algarvio, 2010)

O modo como os rebocos se comportam face à presença de sais, pode variar das seguintes formas (Algarvio, 2010) (Gonçalves, 2007) (figura 18):

- Rebocos de transporte:** permitem que a água no seu estado líquido atravessa toda a espessura do suporte e do reboco, fazendo com que a cristalização dos sais ocorra na superfície exterior com a formação de eflorescências. Prevê-se este comportamento em rebocos tradicionais de cal aérea.
- Rebocos de acumulação:** impedem que a cristalização ocorra na superfície exterior dos suportes, devido à existência de uma camada com porosidade superior. No entanto, poder-se-ão formar criptoflorescências.
- Rebocos de bloqueio à água:** como o nome indica, irá haver um bloqueio da água, mas apenas no seu estado líquido, levando à cristalização de sais entre as camadas suporte/reboco, o que provoca um aumento do volume e consequente destacamento dos elementos de reboco. Este tipo de comportamento espera-se em materiais com elevadas características hidrófugas.
- Rebocos de bloqueio à água e ao vapor:** permitem a acumulação de água entre as camadas reboco/suporte, sem que haja evaporação da mesma. Se ocorrer a rotura do reboco, isso levará à evaporação de água ocorrendo a cristalização dos sais eficazmente.

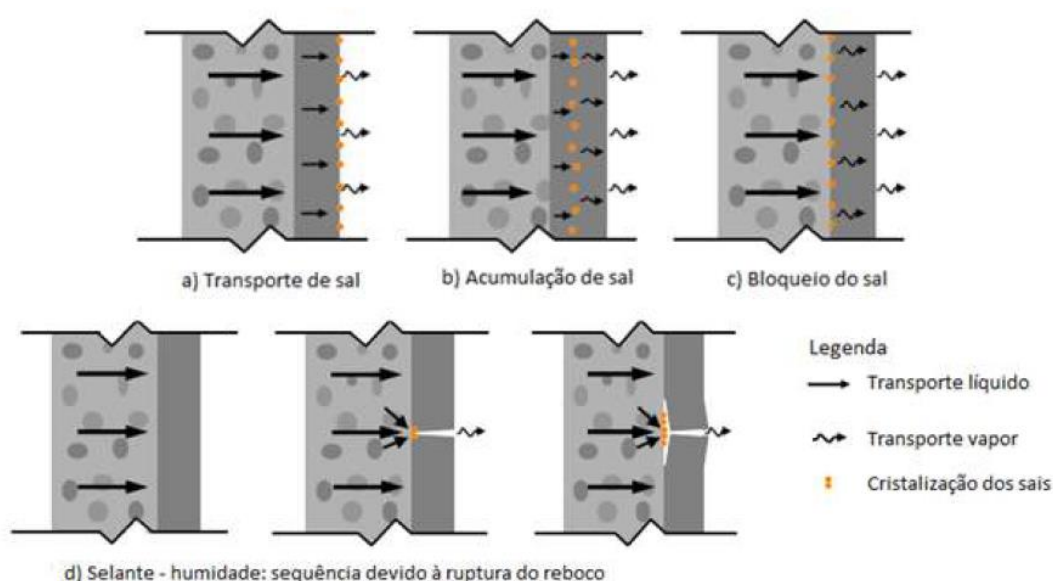


Figura 18 – Comportamento das paredes com sais (Algarvio, 2010) (Gonçalves, 2007)

No edifício tornado Caso de Estudo, constata-se a existência de eflorescências salinas em diversos paramentos, cujo acabamento é a reboco, posteriormente pintado, resultantes da ascensão da água por capilaridade através do suporte granítico.

No caso dos paramentos revestidos a cerâmico, regista-se a existência de criptoflorescências. Este tipo de revestimento apresenta características impermeáveis, fazendo com que o vapor de água presente no suporte, não consiga ser expelido para o exterior. Este fenómeno, leva à formação de tensões internas, provocando o destacamento do cerâmico.

3.2. Ligação Reboco/Suporte

Os ensaios de arrancamento implementados no Capítulo IV, procuram avaliar do ponto de vista quantitativo, a ligação do reboco aplicado ao suporte granítico. Neste contexto, será estudado detalhadamente o princípio de ligação entre o reboco e o suporte.

3.2.1. Princípio de Ligação

A ligação entre a argamassa e o respetivo suporte, ocorre através da penetração da argamassa e respetiva calda nos poros e entre as reentrâncias do suporte. Entenda-se por calda a água que resulta da amassadura, rica em partículas finas de ligante. Durante o processo de cura, dá-se a *“cristalização dos produtos de hidratação do ligante presente na argamassa. Os cristais resultantes exercem uma acção de ancoragem da argamassa ao suporte”*. (figura 25) (Gaspar, 2011)

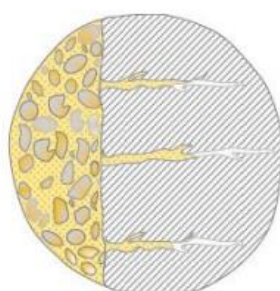


Figura 19 – Esquema do mecanismo físico de aderência dos revestimentos ao suporte (Quintela, 2006) (Gaspar, 2011)

No Caso de Estudo, e estando presente um reboco multi-camada, conclui-se que o processo de aderência é o mesmo, sendo estas diversas camadas responsáveis pela mecânica de aderência.

Segundo (Gaspar, 2011), a aderência entre a argamassa e o suporte, tem uma forte componente química podendo esta ser melhorada com a aplicação de aditivos *“a incorporar nos rebocos ou com a aplicação de primários de aderência nos suportes”*.

(Détriché, et al., 1985) e (Dupin, et al., 1988), referidos por (Carasek, et al., 2001) e (Gaspar, 2011), elaboraram uma pesquisa que visa explicar a relação entre uma argamassa, de revestimento ou assentamento, e um suporte com características porosas, durante a fase mecânica de aderência. Segundo os autores anteriormente mencionados, aquando o momento da aplicação da argamassa, *“os suportes porosos apresentam capilares não saturados (...) Assim, por sucção capilar, a calda movimenta-se para o interior dos poros e*

rugosidades do suporte". Enquanto o suporte não apresentar capilares saturados, a sucção irá continuar podendo demorar horas. Este processo, leva à *"diminuição da relação água/cimento na argamassa e consequentemente a um aperto mecânico das suas partículas"*. Em consequência, dá-se a cristalização dos produtos de hidratação.

3.2.2. Fatores que influenciam a ligação

3.2.2.1. Fatores relacionados com o reboco

3.2.2.1.1. Composição da argamassa

Uma argamassa é constituída, de forma geral, por ligante (de um só tipo – cal aérea, cal hidratada ou cimento – ou mistura de vários tipos), areia, água e poderá ter aditivos e adjuvantes, para potenciar propriedades mecânicas da mistura. As quantidades aplicadas de cada constituinte influenciam diretamente a aderência ao suporte.

Segundo (Gaspar, 2011), a **cal** *"possui importantes propriedades plastificantes e de retenção de água"*. Deste modo, as argamassas bastardas de cal e cimento, permitem rebocar áreas significativas, levando ao aumento da área de aderência. O facto deste tipo de argamassa ser mais flexível, leva a que se molde a pequenas deformações que possam ocorrer ao longo do tempo, sem fissurar. O aumento da resistência de aderência à tração pode ser obtido, segundo os autores (Carasek, 1996) e (Sugo, et al., 2001), referidos por (Carasek, et al., 2001) e (Gaspar, 2011), através da adição de pequenas porções (1:1/4:3 (cimento: cal: areia)) de cal hidratada às argamassas de cimento, isto porque se consegue um melhor espalhamento da argamassa, levando ao aumento da área de aderência entre o reboco e o suporte. A autora (Gaspar, 2011), menciona também que a utilização de uma maior quantidade de hidróxido de magnésio leva *"a um aumento da resistência de aderência à tracção da argamassa, pois este composto aumenta a capacidade de retenção de água nestas argamassas, o que conduz à formação de macro-cristais de carbonato de cálcio, favorável ao desenvolvimento da aderência"*.

A aplicação de **cimento** nas argamassas, resulta, por vezes, em revestimentos muito rígidos, que com o passar do tempo tendem a fissurar, levando à diminuição da aderência entre o reboco e o suporte, apesar de em argamassas correntes, o aumento do teor de cimento, resultar no aumento da resistência de aderência à tração. (Gaspar, 2011)

Quanto à **areia**, esta influencia a capacidade de aderência, em função da sua granulometria, forma, origem e quantidade aplicada. (Gaspar, 2011) refere, segundo (Miranda, 2004), que *"para a obtenção de bons resultados de aderência, a areia deve possuir uma distribuição granulométrica contínua e com uma percentagem de finos razoável (...)"*, no

entanto, se a utilização de areia de “grão mais fino”, permite uma boa trabalhabilidade, a utilização deste mesmo tipo de areia, também dificulta a penetração da calda nos poros do suporte. Tendo em conta estes aspetos, a autora refere que (Angelim, et al., 2003), fez ensaios no qual *“obteve maiores resistências de aderência à tracção em argamassas bastardas executadas com areia classificada como “fina” (módulo de finura = 2.32) em comparação com as executadas com areia “muito fina” (módulo de finura = 1.75)”*. Nestes ensaios, (Angelim, et al., 2003) concluiu ainda que a influência do cimento é mais significativa do que o tipo de granulometria de areia utilizado. A origem das areias aplicadas, podem também influenciar a aderência ao suporte, bem como a resistência à tração, pois segundo (Carasek, et al., 2001), estas propriedades serão melhoradas se forem aplicadas areias de natureza argilosa.

3.2.2.1.2. Resistência intrínseca da argamassa

(Carasek, 1997), referido por (Gaspar, 2011), efetuou ensaios no qual conclui que *“em argamassas de cimento bastardas, aplicadas sobre diferentes suportes (...), verificou que quanto maior as resistências à compressão e à tracção das argamassas, maior a sua resistência de aderência à tracção”*.

3.2.2.1.3. Consistência

A consistência de uma determinada argamassa está diretamente relacionada com a resistência de aderência da mesma. (Gaspar, 2011), refere que argamassas com pouca trabalhabilidade, ou seja, baixa consistência, têm *“valores de resistência de aderência mais baixos do que argamassas mais fluidas”*.

Uma baixa trabalhabilidade da argamassa, leva a *“baixas extensões de aderência”*, principalmente se se tratarem de suportes irregulares e com reentrâncias, pois desta forma a argamassa não consegue penetrar o suporte na sua totalidade. De modo a melhorar a trabalhabilidade/consistência da “mistura”, pode ser adicionada água pois irá permitir um melhor espalhamento da argamassa na superfície, no entanto, deve-se ter atenção a quantidade acrescentada, pois a resistência intrínseca da argamassa diminui. (Gaspar, 2011)

3.2.2.1.4. Espessura do revestimento

A espessura do revestimento, é um dos parâmetros a ter em consideração quando a finalidade é obter uma boa aderência ao suporte. Rebocos de grande espessura, são mais propícios ao insucesso de uma aderência de qualidade, pois tendo em conta que quanto maior a espessura, maiores as tensões de tração durante o processo de cura, dá-se o processo de retração, no qual “(...) o reboco, retido pelas forças de aderência, fica sujeito a tensões que podem originar fissuração”. (Gaspar, 2011)

Um revestimento muito rígido (rico em cimento), para além do peso próprio, pode também não ter a capacidade de acompanhar as deformações do suporte, sendo criadas condições propícias ao descolamento do mesmo. (Gaspar, 2011) (figuras 26 e 27)

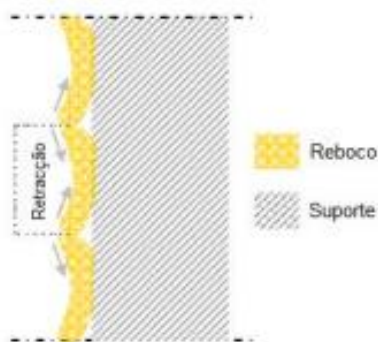


Figura 20 – Descolamento do reboco devido à retração (Quintela, 2006) (Gaspar, 2011)

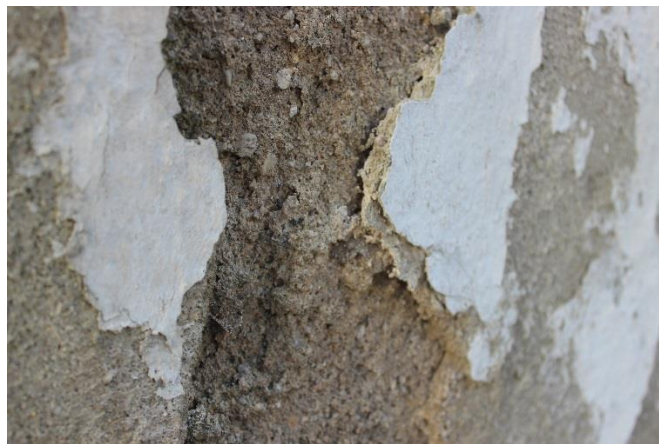


Figura 21 – Destacamento do reboco (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)

3.2.2.1.5. Camadas de Revestimento

O (LNEC, 1968), menciona que um reboco tradicional deve ser constituído por três camadas:

- Salpico de traço 1:2 (cimento:areia) com 5mm de espessura;
- Camada de base de traço 1:4 (cimento:areia) com 12mm de espessura;
- Camada de acabamento de traço 1:4.5 (cimento:areia) com 8mm de espessura.

O salpico ou chapisco, como também é designado, tem como finalidade aumentar a rugosidade do suporte, criando assim uma superfície “áspera” que permite uma melhor aderência da camada base. Tradicionalmente, o salpico é *“constituído por uma argamassa fortemente doseada em cimento, (...), e bastante fluída que é aplicada numa camada irregular com espessura de 3 a 5mm antes da camada base”*. (Gaspar, 2011)

3.2.2.1.6. Idade do revestimento

As características mecânicas dos revestimentos vão-se alterando com o passar do tempo. De acordo com estudos dos autores (Carasek, et al., 1999), referidos por (Gaspar, 2011), o reboco apresenta mais resistência de aderência *“(...) nas primeiras idades, entre 7 a 14 dias, ocorrendo depois uma queda na resistência até ao valor obtido aos 23 dias, valor este que posteriormente se manteve aproximadamente constante com o decorrer do tempo”*. (gráficos 1 e 2)

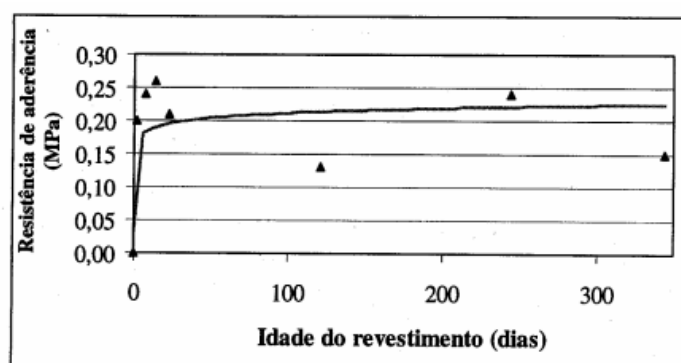


Gráfico 1 – Resistência de aderência média ao longo do tempo, com substrato seco no instante da aplicação da argamassa (Carasek, et al., 1999)

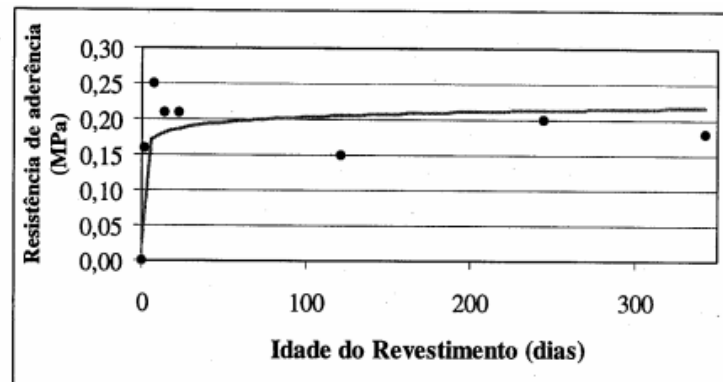


Gráfico 2 - Resistência de aderência média ao longo do tempo, com substrato húmido no instante da aplicação da argamassa (Carasek, et al., 1999)

A autora (Gaspar, 2011), menciona ainda, baseada em (Miranda, 2004), que estas variações de resistência de aderência, estão relacionadas com a cura húmida das argamassas e com o tipo de suporte.

3.2.2.2. Fatores relacionados com o suporte

3.2.2.2.1. Textura superficial

A textura superficial do suporte é um dos parâmetros mais importantes para garantir uma boa aderência do revestimento. Suportes mais lisos apresentam mais dificuldade na adesão da camada de reboco, pois os pontos de penetração da argamassa e da sua calda são menores. (Gaspar, 2011)

No Caso de Estudo, tratando-se de um suporte em alvenaria de pedra granítica aparelhada, as áreas de aderência são consideráveis, atendendo aos múltiplos pontos onde a argamassa e respetiva calda pode penetrar. (figura 28)



Figura 22 – Fachada onde se verifica o tipo de suporte executado (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)

3.2.2.2.2. Teor de humidade do suporte

O teor de humidade presente no suporte, influencia diretamente a capacidade de aderência da argamassa. Aquando a execução de um reboco, deve-se realizar o humedecimento prévio do suporte, de modo a evitar uma secagem imediata da argamassa colocada, o que leva à diminuição da capacidade de aderência. Normalmente, este fenómeno ocorre quando os revestimentos são aplicados durante as estações quentes, aquando a presença de temperaturas demasiado elevadas ou quando o suporte possui “*elevada absorção de água*”.

“Em obra, (...) a humedificação facilita o contacto entre a argamassa e o suporte, pois um material completamente seco apresenta maior dificuldade em absorver de início alguma água do que o material já ligeiramente humedificado”. (Rodrigues, 1997)

3.2.2.2.3. Limpeza do Suporte

A correta limpeza e eliminação de possíveis “corpos estranhos”, leva ao sucesso de uma aderência de qualidade entre o revestimento e o suporte. A presença de elementos como sais, pulverulências, óleos descofrantes, levam à formação de uma barreira que impede a eficiente penetração da argamassa e respetiva calda, sendo ainda que elementos como o óleo descofrante, criam uma camada hidrófuga, o que impede a total penetração de líquidos. (Gaspar, 2011), baseada em (Carvalho Jr., et al., 2005) e (Carasek, et al., 2005)

3.2.2.3. Fatores externos ao sistema suporte/revestimento

3.2.2.3.1. Modo de aplicação da argamassa

A aplicação das várias camadas de argamassa, pode ser executada de forma manual, mecânica ou com auxílio de um equipamento projetor.

A aplicação manual interfere na qualidade da aderência entre o revestimento e o suporte, pois “(...) a resistência de aderência à tração varia com a altura da aplicação (...)” (Gonçalves, et al., 2005). Estes autores efetuaram um estudo no qual concluem que o pico de resistência de aderência se dá a uma altura de 1.30m (gráfico 3). Esta distância indica aproximadamente que a pessoa coloca a argamassa com uma postura ereta, “(...) permitindo uma maior libertação de energia de aplicação”.

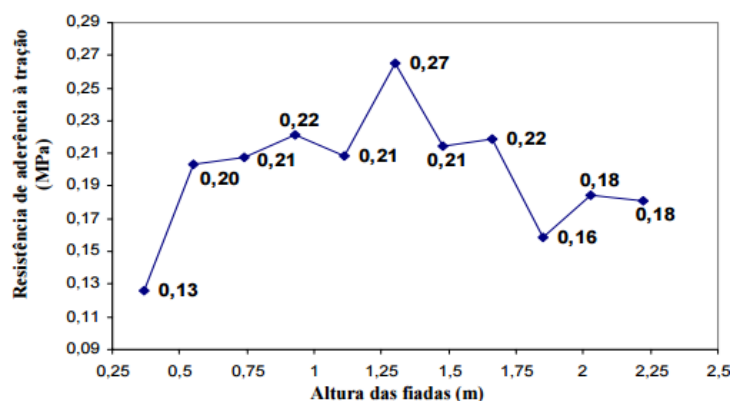


Gráfico 3 – Relação entre a aderência da argamassa e a altura de lançamento (Gonçalves, et al., 2005)

O lançamento da argamassa com apoio de meios mecânicos e de projeção, além de permitir um controlo maior da pressão que está a ser utilizada, também possibilita cobrir maiores extensões (criando-se áreas de aderência maiores) o que leva a que se minimize a formação de “bolsas de ar” entre as camadas revestimento/reboco. (Duailibe, et al., 2005) (Costa, et al., 2010)

3.2.2.3.2. Cura Húmida

A cura húmida tem um papel fundamental na ligação reboco/suporte e garante uma melhor hidratação das diversas camadas de revestimento.

A autora (Gaspar, 2011), refere que *“a cura húmida (...) nas primeiras idades (3 a 7 dias) contribui para o desenvolvimento da resistência de aderência”* bem como para *“a diminuição dos efeitos da retracção da argamassa nestas idades”*.

Este processo de humidificação deve ser efetuado pela manhã ou ao final do dia (para evitar choques térmicos), principalmente em alturas em que as condições meteorológicas indiquem temperaturas elevadas.

3.2.2.3.3. Condições atmosféricas durante a aplicação

(Gaspar, 2011) refere, baseada em (Quintela, 2006), (Carasek, et al., 2007), (Miranda, 2004), que o sucesso da aplicação do revestimento depende também das condições atmosféricas que ocorrem à data deste processo.

Como tal, deve-se evitar a aplicação do revestimento nas seguintes situações:

- *“Temperatura ambiente inferior a 5°C ou superior a 35°C;*
- *Vento forte, seco e quente;*
- *Exposição dos paramentos a acção directa dos raios solares, em tempo quente.”*

É referido ainda que o revestimento não deve ser executado em épocas que se verifique precipitação, nem 48 horas antes da última chovada. Este tipo de condição meteorológica pode *“conduzir à saturação total do paramento ou à formação de uma película na sua superfície, impedindo a ancoragem mecânica da argamassa”*.

3.2.2.4. Perda da Aderência

3.2.2.4.1. Causas

Sendo o revestimento a camada mais externa e que está em contacto com o exterior, é também ele que está sujeito a todo um conjunto de fatores externos que põe em causa a sua durabilidade.

Por estas razões, é importante que um revestimento seja resistente aos seguintes parâmetros, mencionados por (Gaspar, 2011), baseada em (Vieira, 2009):

- *“Sucção provocada pela acção do vento;*
- *Variações dimensionais provocadas por gradientes de temperatura e pela radiação solar, tanto ao nível do suporte como do revestimento;*
- *Acção da chuva incidente (acção conjunta da chuva e do vento)”*.

A perda de aderência devido a variações dimensionais, levam à formação de movimentos entre o reboco e o suporte, que conduzem à formação de tensões de corte e tração, o que leva à rotura.

As tensões que ocorrem no suporte, por forma a responder a solicitações sísmicas ou deformações por fluência, também podem levar à rotura do revestimento pois este vê-se “obrigado” a acompanhar estes movimentos. (Gaspar, 2011)

A existência de sais entre o revestimento e o suporte (criptoflorescências) também podem levar ao destacamento do reboco, principalmente se o acabamento utilizado tiver características impermeáveis. Isto porque o vapor de água existente apresenta dificuldade em libertar-se podendo, nos piores casos, levar à formação de “bolsas de água”. (Gaspar, 2011)

3.3. Conclusões

No Capítulo III, foram analisados os principais fatores de que depende o desempenho do reboco de revestimento de uma parede de suporte granítica. Foi dado particular destaque à ligação entre o reboco e o respetivo suporte, assinalando anomalias construtivas e apontando soluções que procurem otimizar os fenómenos de aderência entre os referidos elementos.

De um ponto de vista qualitativo, foi analisada a presença de sais e respetivas anomalias associadas. Dado que não se desenvolveu trabalho experimental neste domínio, o estudo da salinidade foi desenvolvido apenas do ponto de vista teórico.

CAPÍTULO IV – PLANEAMENTO DOS ENSAIOS EXPERIMENTAIS

4.1. Considerações Gerais

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o trabalho experimental desenvolvido, direcionado para a análise do comportamento mecânico do reboco do Antigo Matadouro de Viana do Castelo, com o recurso a ensaios de arrancamento.

Apesar de se tratar de um ensaio parcialmente destrutivo, houve a colaboração das Entidades envolvidas (Departamento de Obras Públicas da Câmara Municipal de Viana do Castelo e Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo), para a realização do mesmo, bem como para tomar liberdade na escolha dos parâmetros a estudar.

A implementação dos ensaios de arrancamento envolveu 2 fases:

- Uma primeira fase designada por “Plano de Ensaio Preliminar”, onde se procedeu aos ensaios de arrancamento de soluções de rebocos pré-existentes, e cálculo das respetivas tensões de arrancamento.
- Numa segunda fase, designada por “Plano de Ensaio Final”, no qual se procede aos ensaios de arrancamento das soluções de reabilitação dos rebocos da fachada, recorrendo para o efeito a soluções pré-doseadas existentes no mercado e patrocinadas por empresa da especialidade. Ao longo da segunda fase do processo, teve-se em consideração os requisitos apresentados pelo fabricante dos produtos aplicados, o tempo de cura e as boas práticas referidas na ficha técnica dos produtos aplicados.

4.2. Ensaio de resistência ao comportamento por tração

Em Portugal, a norma europeia EN 1015-12 (CEN, 2000), é o documento que deve ser tido como referência para a realização de ensaios de arrancamento por tração, no qual estão especificados os métodos “*para determinação da tensão de aderência entre o reboco e o suporte*”. (Quintela, 2006)

O ensaio em questão, consiste na extração (com o auxílio de uma máquina pull-off), de uma pastilha metálica previamente colada com resina na zona a ensaiar (Gaspar, 2011). A aderência entre o reboco e o suporte é, segundo (Quintela, 2006), “*determinada como a tensão de tração máxima aplicada por uma carga perpendicular à superfície de reboco. A tensão de aderência (f_u) é obtida como o quociente entre a força de rotura e a área de ensaio*”. (fórmula 1) (figura 29)

$$f_u = \frac{F_u}{A} \text{ (fórmula 1)}$$

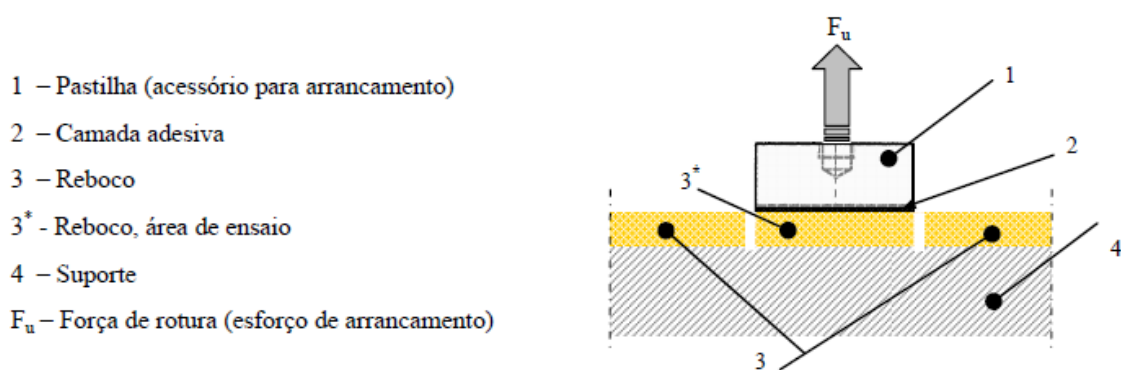


Figura 23 - Esquema de medição da aderência do reboco ao suporte (Quintela, 2006)

Segundo a norma EN 1015-12 (CEN, 2000), as áreas a ensaiar devem ser sujeitas a um pré-corte, de forma circular “*efectuado com uma carotadora com diâmetro interno de 50mm (...)*”. (Vieira, 2009) (figura 30)

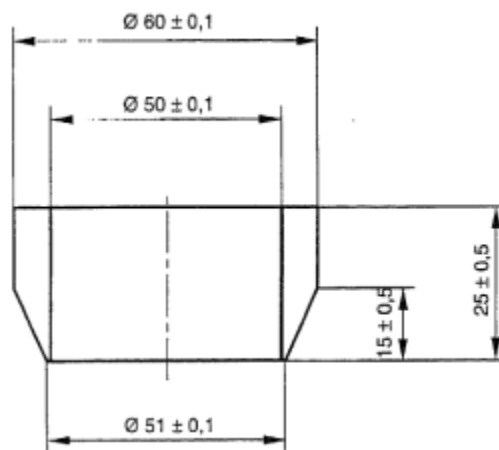


Figura 24 - Anel circular de pré-corte aplicado a argamassas frescas (CEN, 2000) (Vieira, 2009)

A norma (CEN, 2000) refere que as pastilhas metálicas deverão ser de aço inoxidável, com diâmetro de $(50 \pm 0,1)$.

Quanto ao equipamento de ensaio, este deverá respeitar as seguintes especificações:

- “Repetição máxima de forças como percentagem da força nominal, inferior a 2,0%
- Erro médio das forças como percentagem da força nominal, inferior a $\pm 2,0\%$
- Máximo erro de força nula como percentagem da força máxima do intervalo, inferior a $\pm 0,4\%$ ” (Vieira, 2009).

4.3. Procedimento de Ensaio

Os ensaios deverão ser efetuados aos 28 dias de idade do reboco, sendo que se deverá garantir uma correta fixação das pastilhas metálicas, retirando qualquer excesso de “cola” que possa existir, bem como respeitar as condições da marca e do fabricante. (CEN, 2000)

“A máquina de ensaio deve aplicar a carga a um ritmo uniforme e sem choque, garantindo uma cadência entre $0,003 \text{ N/(mm}^2\text{.s)}$ e $0,100 \text{ N/(mm}^2\text{.s)}$ de acordo com o valor esperado da tensão de aderência e para que a rotura ocorra entre 20s e 60s”. (Vieira, 2009) (tabela 7)

Tabela 7 – Ritmo de aplicação da carga em função do valor esperado da tensão de aderência (Vieira, 2009) (CEN, 2000)

Valor esperado da tensão de aderência (N/mm ²)	Incremento da força aplicada N/(mm ² .s)
< 0,2	0,003 - 0,010
0,2 - < 0,5	0,011 - 0,025
0,5 - 1,0	0,026 - 0,050
< 1,0	0,050 - 0,100

4.3.1. Requisitos de Desempenho

Os requisitos mínimos relacionados com os valores de referência de aderência do reboco ao suporte, estão estipulados em diversas normas nacionais e internacionais (Lopes, 2012). Na tabela 8 apresenta-se uma síntese desses mesmos valores:

Tabela 8 - Valores de referência para a tensão de aderência (Gaspar, 2011)

Material	Valor de Referência	Fonte
Cimento-cola	0,5 MPa	EN 12004
Rebocos Cimentícios e Monomassas	0,3 MPa	NF P 15-201
	(todos os resultados superiores a 0,2 MPa) Ou rotura coesiva pelo reboco	
ETICS	0,08 N/mm ² ou então rotura acontecer no isolamento térmico	ETAG 004

Para além destes requisitos, (Veiga, 2003), menciona que caso se trate do revestimento de paredes de edifícios antigos, as “(...) *argamassas de substituição para suportes* (...)”, devem garantir os valores mencionados na tabela 9.

Tabela 9 – Valores de referência para a tensão de aderência (Veiga, 2003)

Uso	Aderência (MPa)
Reboco Exterior	0,1 - 0,3 ou rotura coesiva pelo reboco
Reboco Interior	

4.3.2. Resultados – Padrões de Rotura

Como referido anteriormente, a resistência de aderência f_u , é obtida através da aplicação da fórmula 1, sendo que se deve arredondar o resultado ao “*múltiplo de 0,05 N/mm² mais próximo*”. (Vieira, 2009)

De seguida, tendo como base os vários provetes ensaiados (a norma indica que devem ser efetuados cinco ensaios), deve ser “*determinada a média arredondada ao múltiplo de 0,1 N/mm² mais próximo, constituindo este o resultado do ensaio*”. (Vieira, 2009)

A norma (CEN, 2000), pré-definir padrões de rotura (figura 31), que devem ser registados/associados junto com os valores dos ensaios obtidos.

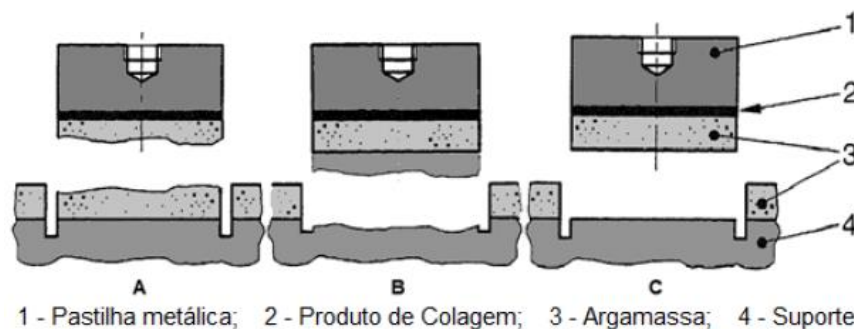


Figura 25 – Padrões de rotura previstos (CEN, 2000) (Vieira, 2009)

Conforme indicado em (Vieira, 2009), os padrões definidos pela norma, indicam os seguintes tipo de rotura:

- A. *“Rotura coesiva, rotura da própria argamassa. A aderência é superior ao valor obtido.*
 - B. *Rotura coesiva do suporte. O valor da aderência é também superior a este resultado.*
 - C. *Rotura adesiva. O resultado obtido é efectivamente a resistência de aderência”.*
- (Vieira, 2009)

Porém, quando a rotura acontece “(...) pela cola entre a argamassa e a pastilha, o resultado do ensaio é nulo e por consequente é rejeitado.” (Gaspar, 2011)

4.3.3. Vantagens e desvantagens do ensaio

Segundo (Lopes, 2012), a realização deste tipo de ensaios é frequente na avaliação da aderência entre os diversos sistemas de revestimento e o suporte, devido à rapidez e facilidade com se obtêm resultados, apresentando ainda, as seguintes vantagens:

- *“O aparelho tem um custo médio (500€ a 2500€) e uma utilização relativamente fácil (os equipamento mais actuais tendem a ser mais leves, portáteis e de fácil manuseamento);*
- *Permite obter informação sobre uma característica de desempenho (aderência) e sobre a sua perda em condições em serviço;*
- *Os resultados são de fácil interpretação e permitem explorar propriedades adicionais;*
- *Não necessita de fonte de energia in-situ;*
- *Os resultados são fiáveis;*
- *Não necessita de trabalho de laboratório”.*

Contudo, as desvantagens que se destacam não:

- *“A realização do ensaio não é contínua (existe uma primeira fase de preparação e colagem das pastilhas, uma segunda de realização do ensaio e uma terceira de reparação dos locais ensaiados);*
- *A duração do ensaio varia de um a dois dias, dependendo do tempo de secagem da cola utilizada na colagem das pastilhas metálicas (...);*
- *É uma técnica destrutiva pouco severa, mas que afecta a integridade do revestimento (...);*
- *(...)*
- *Necessita de meios de acesso aos locais de ensaios (escadotes, baléus, entre outros);*
- *Está fortemente condicionada pelas condições atmosféricas em ensaios in-situ”.*

4.4. Preparação do plano de ensaios preliminar

Numa primeira fase, foram implementados ensaios in-situ, de forma a quantificar a aderência existente entre o reboco e o suporte do edifício tomado como Caso de Estudo, para solução de reboco pré-existente.

Segundo a informação recolhida junto dos responsáveis pelo Departamento de Obras Públicas da Câmara Municipal do Município em causa, o reboco existente é todo datado da mesma época (meados de 1900), sendo que não existiram intervenções gerais de reabilitação ao longo dos anos. Apenas se encontraram, pontualmente, zonas que foram reabilitadas com o propósito de manter um determinado ornamento ou simplesmente ocultar um buraco.

Assim sendo, e não tendo revestimentos de idades distintas, optou-se, nesta primeira fase, por realizar o estudo do comportamento reboco/suporte existente.

Os ensaios foram efetuados nas alvenarias mestras do “corpo central” do edifício tornado Caso de Estudo, visto apresentarem degradações diversas no reboco, que variam consoante a sua localização (paramento interior ou exterior) ou com a quantidade de humidade existente. O estudo incide neste volume por ser o “cartão-de-visita” do imóvel, apresentar traços arquitetónicos típicos que devem ser mantidos e, se no futuro ocorrer uma intervenção de reabilitação, haverá probabilidades que se desenvolvam as principais atividades neste volume.

Assim, pretendeu-se verificar o estado do reboco e sua aderência com o suporte, de modo a que numa futura reabilitação, possam ser adotadas as técnicas que melhor se adequem.

Inicialmente, foram identificadas todas as alvenarias onde se pretenderam efetuar os ensaios, através das siglas “I” e “E”, sendo que “I” indica que se trata de um paramento interior e “E” de um paramento exterior (figuras 32 e 33).



Figura 26 - Identificação de reboco a ensaiar I4 – Paramento Interior, ponto 4 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)



Figura 27 - Identificação de reboco a ensaiar E11 – Paramento Exterior, ponto 11 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)

Com o decorrer dos ensaios chegou-se à conclusão que a aderência entre o reboco e o suporte era nula, sendo que aquando a realização dos furos, com o auxílio da carotadora, todo o reboco se desagregava. Este fenómeno ocorreu em diversos paramentos, quer exteriores, quer interiores, com mais ou menos exposição a fatores climáticos (figuras 34; 35 e 36).



Figura 28 - Destacamento do reboco aquando a perfuração (Paramento Exterior, ponto 5)



Figura 29 - Destacamento do reboco aquando a perfuração (Paramento Exterior, ponto 6)



Figura 30 - Destacamento do reboco aquando a perfuração (Paramento Interior, ponto 4)

Dados os resultados obtidos, abandonou-se o plano de ensaio pré-definido procurando, desde logo, projetar um conjunto de novos ensaios que visa avaliar a possibilidade de reabilitação da solução de reboco da fachada original.

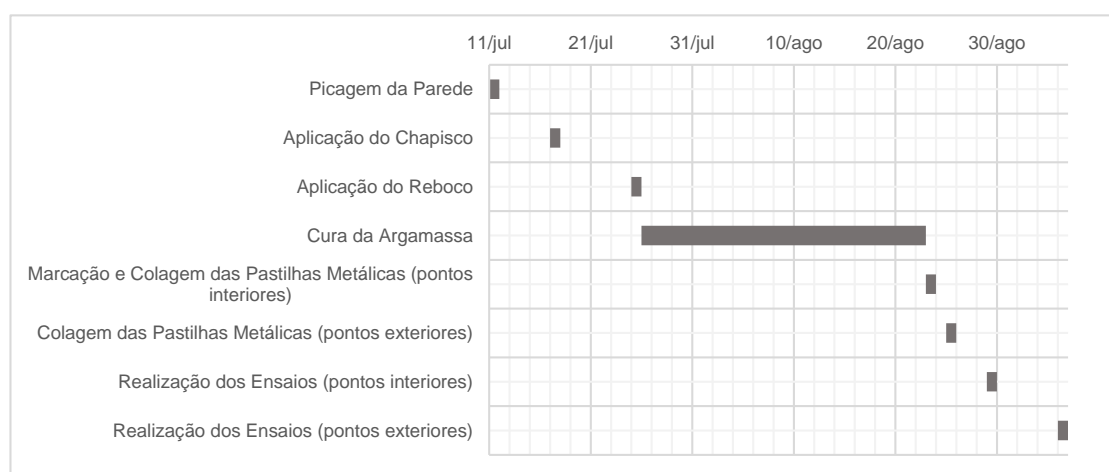
4.5. Preparação do plano de ensaios final

Atendendo à ausência de resultados resultantes do plano de ensaios preliminar, optou-se por testar a possibilidade de reabilitação da fachada existente, aplicando um conjunto de rebocos pré-doseados recomendados para o efeito por empresa especialidade, que cedeu o material necessário à execução das novas soluções de reboco e acompanhou de um ponto de vista técnico a sua execução e seu processo de cura: Weber, Saint-Gobain.

Este trabalho passou pela aplicação de reboco, em diversos paramentos do edifício em estudo, com composições cimentícias ou de cal.

O plano de trabalhos adotado está representado na tabela 10.

Tabela 10 – Planificação dos trabalhos desenvolvidos



Durante a realização dos ensaios de arrancamento, verificou-se que numa das zonas de ensaio, os resultados obtidos não eram conclusivos nem coerentes com os resultados obtidos nas restantes zonas, visto que na maioria dos ensaios, aquando a colocação do equipamento de arrancamento se dava o destacamento da pastilha metálica. Desta forma, surgiu a necessidade de replanear o plano inicialmente previsto. Assim, optou-se por voltar a preparar uma zona de ensaio, no mesmo paramento, de forma a voltarem a ser efetuados ensaios de arrancamento, tendo em consideração as mesmas características e espaços temporais (figura 37).

Atendendo que se trata de um suporte poroso, que para além de apresentar um tempo de vida considerável (edifício secular), apresenta também sinais de humidade ascensional, fissurações e eflorescências salinas. Desta forma, concluiu-se ser necessário

efetuar uma alteração durante a preparação desta nova zona de ensaio, em comparação com as restantes zonas já ensaiadas.

Optou-se por executar as juntas de enchimento entre os blocos graníticos que formam o paramento em causa. A argamassa aplicada, foi a mesma que se utilizou para execução da camada de chapisco (figura 38).



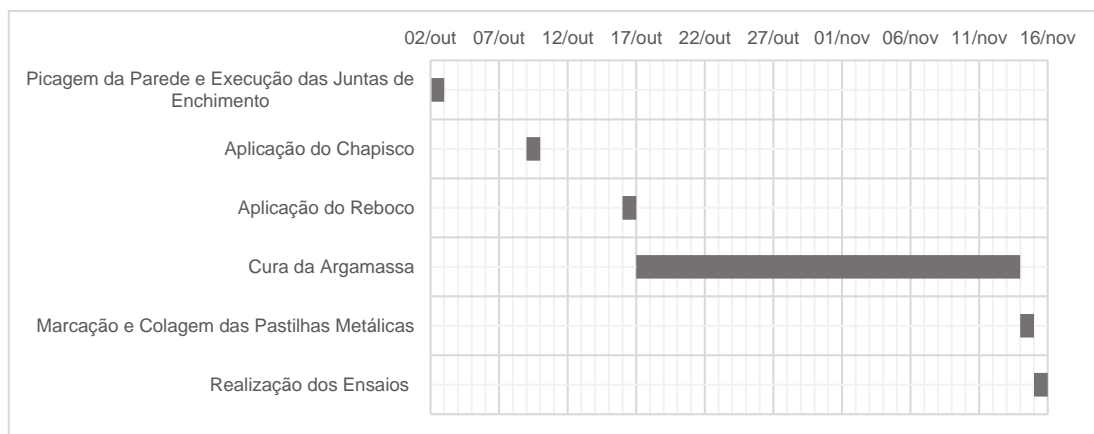
Figura 31 - Zona de ensaio exterior 2.1 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)



Figura 32 – Execução das juntas de enchimento na Zona de ensaio exterior 2.1 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)

O plano de trabalhos adotado nesta fase (Tabela 11), surge no seguimento do apresentado na Tabela 10.

Tabela 11 - Replanificação dos trabalhos desenvolvidos



4.6. Preparação das áreas a ensaiar

4.6.1. Marcação/Preparação das Zonas de Ensaio

Pretendeu-se analisar alvenarias com diferentes exposições de modo a perceber a influência da orientação solar da fachada, na aderência reboco/suporte. Deste modo, optou-se por escolher dois paramentos interiores e dois paramentos exteriores.

Delimitaram-se as áreas de ensaio, com a planificação representada na figura 39, com o auxílio de “fio azul” (figura 40).

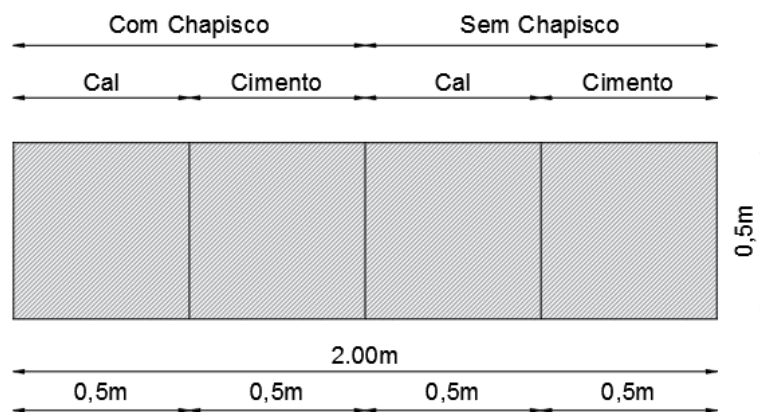


Figura 33 – Planificação da área de ensaios (S/Escala)

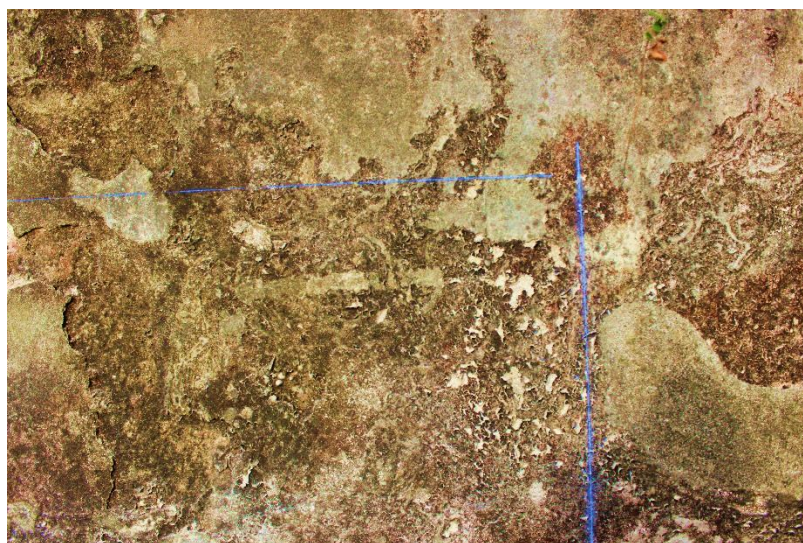


Figura 34 – Marcação de áreas de ensaio com “fio azul” (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)

De seguida, com auxílio de uma rebarbadora. Delimitou-se a área de reboco a retirar, por forma a criar um bom enquadramento e não danificar o paramento em redor (figura 41).



Figura 35 – Delimitação das áreas de ensaios (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)

Com a conclusão da etapa anteriormente descrita, foram iniciados os trabalhos de picagem e remoção do reboco existente de forma a alcançar o suporte, sendo este escovado e limpo com o objetivo de remover elementos que estavam instáveis, bem como retirar possíveis impurezas que dificultassem a adesão do futuro chapisco e/ou reboco (figuras 42; 43; 44; 45).



Figura 36 – Zona de ensaio interior 1 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)

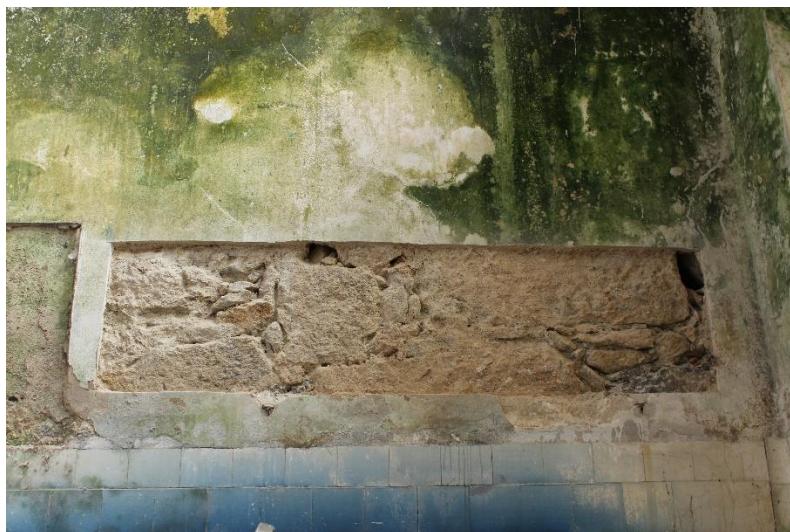


Figura 37 - Zona de ensaio interior 2 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)



Figura 38 - Zona de ensaio exterior 1 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)



Figura 39 - Zona de ensaio exterior 2 (Matadouro Municipal de Viana do Castelo)

De forma a fragmentar a área de ensaio destinada a cada tipo de material, foi aplicado ripado de madeira, como representa a figura 46.



Figura 40 – Divisão da área de ensaio (Zona de ensaio interior 1)

4.6.2. Aplicação do Chapisco

Como planeado e apresentado anteriormente, na figura 39, em parte da área de ensaio foi aplicado chapisco. Consoante posterior execução de reboco de cal ou cimento, foram executados chapiscos tipo “Weber.Cal.Chapisco” e “Weber.Prim.Chapisco”, respetivamente. A figura 47, representa precisamente o modo de divisão da área de ensaios, bem como o aspeto da mesma após a execução da camada de chapisco.



Figura 41 – Execução de chapisco (Zona de ensaio interior 1)

4.6.3. Aplicação do Reboco

Passado sete dias desde a aplicação da camada de chapisco, foi executada a camada de reboco. Nesta fase, nas áreas destinadas a argamassas compostas por cimento, foi aplicado “Weber.Rev.lp” nos paramentos interiores e “Weber.Rev.Classic” nos paramentos exteriores.

Nas áreas destinadas a argamassas com cal na sua composição, foi aplicado “Weber.Cal.Classic” em ambos os paramentos (figura 48).

Os produtos aqui mencionados, são apresentados no subcapítulo seguinte, no qual se referem as características técnicas e modo/cuidados de aplicação.



Figura 42 – Aspeto final da área de ensaio após execução do reboco (Zona de ensaio interior 1)

4.6.4. Cura Húmida

Ao longo do processo de cura do reboco executado, foi-se humidificando as áreas de ensaio (figura 49) de forma a criar boas condições de aderência entre esta camada e o suporte, mas também para reduzir a retração dos materiais.

Este processo foi efetuado durante oito dias, ao final da tarde de modo a evitar possíveis choques térmicos (atendendo que a execução das áreas de ensaio se procedeu em dias com temperaturas elevadas).



Figura 43 – Humidificação das áreas de ensaio (Zona de ensaio exterior 2)

4.6.5. Realização dos ensaios in-situ

Passado o tempo de cura estipulado pela empresa da especialidade (28 dias), começou-se por realizar a marcação dos pontos a arrancar com o auxílio de uma caroteadora (figura 50). Optou-se por realizar três ensaios em cada área de estudo, em cada uma das zonas de ensaio, dando um total de 60 ensaios.

Posteriormente, foram coladas pastilhas metálicas ao reboco, com auxílio de cola tipo “Araldite” (figura 51).

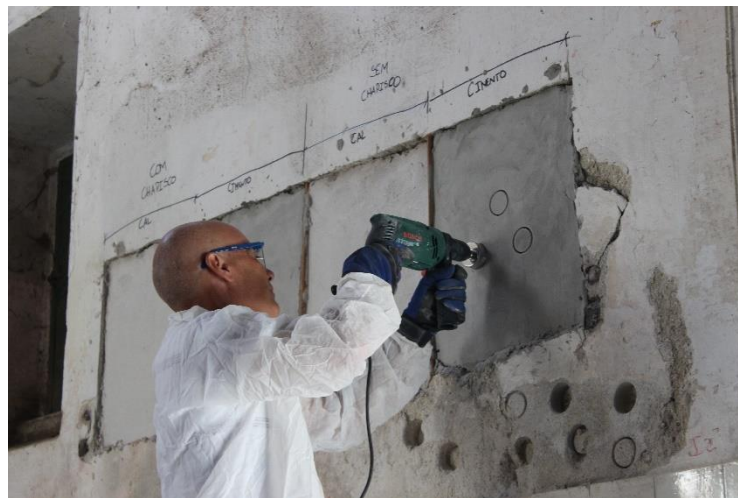


Figura 44 – Marcação dos pontos a arrancar (Zona de ensaio interior 1)



Figura 45 – Aspeto final da zona de ensaio com as pastilhas metálicas coladas (Zona de ensaio interior 1)

A realização de ensaios de arrancamento pressupõe a utilização de uma máquina de ensaio de aderência do tipo Proceq, família DY-2 (figura 52).



Figura 46 – Máquina de ensaio de aderência tipo Proceq, família DY-2 (SA, 2013)

A máquina de ensaio de aderência Proceq DY-2, é conforme referido em (SA, 2013), um equipamento normalizado segundo as normas em vigor e calibrado de acordo com o EN ISSO 7500-1 classe 1. Este equipamento foi desenvolvido “para funcionar de acordo com os diversos padrões de ensaio de aderência. Ele permite que o usuário especifique uma taxa de carga e disponibiliza um display gráfico (...) da taxa de carga alcançada durante o ensaio. (...). Usualmente os parâmetros chave do ensaio são:

- O tamanho do disco de ensaio;
- A taxa de carga aplicada ao disco de ensaio;
- O tempo total permitido para o ensaio.” (SA, 2013)

4.7. Materiais aplicados

4.7.1. Áreas com Chapisco – Cimento

4.7.1.1. Detalhes Técnicos

Foram realizados ensaios em zonas com aplicação prévia de uma camada de chapisco, que à posteriori recebeu uma camada de reboco com constituição cimentícia. O produto utilizado referente a estes rebocos foi o “Weber.Prim.Chapisco”. Este material é composto por cimento cinza, cargas minerais, resina e adjuvantes específicos.

As características mecânicas que a marca espera que se obtenha após uma correta aplicação, são apresentadas na tabela 12.

Tabela 12 – Detalhes técnicos de “Weber.Prim.Chapisco” (Saint-Gobain, 2016)

Massa volúmica	1,9 g/cm ³
Granulometria	< 2mm
Retração	≤ 1,2mm/m
Capilaridade	3 g/(dm ² .min ^{1/2})
Aderência sobre betão: após 3 dias	≥ 0,5 MPa
Aderência sobre betão: após 28 dias	≥ 1 MPa

4.7.1.2. Aplicação do Produto

A marca recomenda a aplicação do produto aquando se verifique uma temperatura ambiente entre 5°C e 30°C, sendo que durante a presença de tempo quente, se deverá humedecer previamente o suporte. Refere ainda que:

- “Os suportes devem estar consistentes e limpos. Eliminar todos os materiais soltos ou leitados e vestígios de descofrantes e gorduras;
- (...)
- *Misturar o conteúdo dos sacos com água limpa na quantidade indicada (...)*”. (Saint-Gobain, 2016)

4.7.2. Áreas com Cimento – Interior

4.7.2.1. Detalhes Técnicos

O produto utilizado para execução do reboco, nas zonas experimentais interiores, com composição cimentícia foi “Weber.Rev.ip”. Trata-se de um material composto por cimento, inertes de granulometria compensada e adjuvantes. Segundo a marca (Weber Saint-Gobain), o mesmo pode ser aplicado em suportes do tipo: alvenarias de blocos de agregados leves, tijolos ou blocos de cimento, betão, pedra e rebocos de cimento.

Aquando uma correta aplicação, a marca espera que se obtenham os resultados mencionados na tabela 13.

Tabela 13 - Detalhes técnicos de “Weber.Rev.ip” (Saint-Gobain, 2016)

Massa volúmica do produto endurecido	1400 a 1500 kg/m ³
Resistência à flexão	≥ 1,0N/mm ²
Resistência à compressão	≥ 2,0N/mm ²
Retração	< 0,8 mm/m
Absorção de água	W0
Permeabilidade ao vapor de água (μ)	≤ 35
Módulo de elasticidade dinâmico	< 8000 N/mm ²
Aderência	≥ 0,25 N/mm (FP:B)
Condutibilidade térmica (λ_{10dry})	0,61 W/m.K (valor tabelado; p=50%)
Reação ao fogo	Classe A1

4.7.2.2. Aplicação do Produto

Previamente à aplicação do produto, o suporte deve ser preparado. Para tal, deve-se ter em conta os seguintes parâmetros:

- “Os suportes devem ser estáveis e estar resistentes e limpos;
- Em caso de calor, deve humedecer-se previamente o suporte;
- Proceder ao fechamento prévio dos buracos na alvenaria e defeitos no preenchimento das juntas de assentamento (...). (Saint-Gobain, 2016)

Durante a aplicação do produto deve-se ter em atenção as condições a seguir ditadas:

- “(...) ”
- Aplicar o produto com a temperatura ambiente entre 5°C e 30°C;

- Não aplicar o produto com o tempo muito húmido ou com risco de gelo nas horas seguintes;
- Respeitar em cada mistura a quantidade de água recomendada (...);
- (...);
- “Em caso de tempo quente ou em exposição a vento, molhar e proteger a superfície de aplicação e realizar uma cura húmida da superfície do reboco durante pelo menos 2 dias, molhando-a regularmente;
- (...).” (Saint-Gobain, 2016)

4.7.3. Áreas com Cimento – Exterior

4.7.3.1. Detalhes Técnicos

Nos paramentos exteriores, nas zonas destinadas a receber reboco cimentício, foi aplicado “Weber.Rev.Classic”. Este produto é constituído por cimento, inertes de granulometria compensada, adjuvantes e fibras sintéticas.

Aquando a sua correta aplicação, esperam-se os resultados mencionados na tabela 14.

Tabela 14 - Detalhes técnicos de “Weber.Rev.Classic”

Massa volúmica do produto endurecido	1400 a 1500 kg/m ³
Resistência à flexão	> 0,75N/mm ²
Resistência à compressão	> 1,35N/mm ²
Retração	< 0,9 mm/m
Absorção de água	W0
Permeabilidade ao vapor de água (μ)	≤ 35
Módulo de elasticidade dinâmico	≤ 7500 N/mm ²
Aderência	> 0,25 N/mm (FP:B)
Condutibilidade térmica (λ_{10dry})	0,61 W/m.K (valor tabelado; p=50%)
Reação ao fogo	Classe A1

Tal como acontece com o produto anteriormente referido, durante a sua aplicação, a marca menciona que se deve ter em conta os seguintes aspetos:

- “Aplicar o produto com a temperatura ambiente entre 5°C e 30°C;
- Não aplicar o produto em tempo muito húmido, sob chuva ou com risco de gelo nas horas seguintes;

- *Respeitar em cada mistura a quantidade de água recomendada (...);*
- *Em caso de tempo quente ou em exposição a vento ou sol intenso, molhar e proteger a superfície de aplicação e realizar uma cura húmida da superfície do reboco durante pelos menos 2 dias, molhando-a regularmente;*
- (...). (Saint-Gobain, 2016)

4.7.4. Áreas com Chapisco – Cal

4.7.4.1. Detalhes Técnicos

Nas zonas de estudo dotadas de chapisco, referentes a rebocos de cal, foi utilizado “Weber.Cal.Chapisco”. Este produto pretende, segundo o fabricante, melhorar a aderência e a resistência, devendo ser aplicado quando se pretende a “(...) *consolidação da superfície de paredes em edifícios antigos (com alvenaria de pedra e/ou tijolo, adobe, taipa, tabique (...)) antes da aplicação de rebocos de regularização, em intervenções de reabilitação na fachada ou no interior*”. (Saint-Gobain, 2016)

Os valores de referência apresentados na tabela 15, indicam as características que se pretende que o produto atinja, aquando uma correta aplicação.

Tabela 15 - Detalhes técnicos de “Weber.Cal.Chapisco” (Saint-Gobain, 2016)

Massa volúmica do produto endurecido	1600 a 1650 kg/m ³
Resistência à compressão	≤ 7.5N/mm ² (CSII) (EN 1015-11)
Resistência à flexão	≤ 3.0N/mm ² (EN 1015-11)
Módulo de Elasticidade	≤ 7500N/mm ²
Absorção de água por capilaridade	0,3kg/m ² .min 0,5 (W1) (EN 1015-18)
Coeficiente de permeabilidade ao vapor de água (μ)	≤ 15 (EN 1015-19)
Aderência	≥ 0,3 N/mm ² – FP:B (EN 1015-12)
Condutibilidade térmica (λ10dry)	0,82 W/m.K (EN 1745 valor tabelado; p=50%)
Reação do fogo	Classe F (EN 13501-1)

4.7.4.2. Aplicação do Produto

Numa primeira fase deve ser efetuada a preparação do suporte devendo-se “*lavar com jato de água a baixa pressão, para eliminar materiais soltos e/ou em desagregação*” e

“preencher os buracos existentes com pedaços de tijolo ou pedra e argamassa (...)”. (Saint-Gobain, 2016)

O fabricante menciona que aquando a aplicação do produto se deve ter em conta os seguintes aspetos:

- *“Temperatura de aplicação entre 5 a 30°C;*
- *Não aplicar o produto com tempo muito húmido, sob chuva ou com risco de gelo nas horas seguintes;*
- *Em aplicação manual, respeitar em cada mistura a quantidade de água recomendada, para que seja conseguida homogeneidade na consistência do produto depois de endurecido”.* (Saint-Gobain, 2016)

4.7.5. Áreas com Cal – Interior/Exterior

4.7.5.1. Detalhes Técnicos

O “Weber.Cal.Classic” foi aplicado nos paramentos interiores e exteriores. Trata-se de um produto que tem a finalidade de regularizar e proteger paredes antigas (alvenaria de pedra e/ou tijolo, adobe, taipa, tabique) em edifícios antigos correntes, sendo constituído por cal hidratada, ligante pozolânico e hidráulico, cargas minerais, fibras sintéticas e adjuvantes específicos. (Saint-Gobain, 2016)

Aquando uma correta aplicação, espera-se que o presente produto tenha as prestações indicadas na tabela 16.

Tabela 16 - Detalhes técnicos de “Weber.Cal.Classic” (Saint-Gobain, 2016)

Massa volúmica do produto endurecido	1550 a 1600 kg/m ³
Resistência à compressão	≤ 3.5N/mm ² (CSII) (EN 1015-11)
Resistência à flexão	≤ 1.5N/mm ² (EN 1015-11)
Módulo de Elasticidade	≤ 5000N/mm ²
Absorção de água por capilaridade	0,3kg/m ² (24h) (EN 1015-18)
Penetração de água após ensaio de capilaridade	≤ 5mm
Coeficiente de permeabilidade ao vapor de água (μ)	≤ 15 (EN 1015-19)
Aderência	≥ 0,20 N/mm ² – FP:B (EN 1015-12)
Condutibilidade térmica (λ10dry)	0,82 W/m.K (EN 1745 valor tabelado; p=50%)
Reação do fogo	Classe A1 (EN 13501-1)

4.7.5.2. Preparação do Suporte

Previamente à aplicação do produto, devem ser executados os passos a seguir mencionados:

- *“Lavar com jato de água a baixa pressão, para eliminar materiais soltos e/ou em desagregação;*
- *Preencher os buracos existentes com pedaços de tijolo ou pedra e argamassa (...);*
- *(...);*
- *Molhar bem o suporte na véspera da aplicação do reboco e novamente antes da aplicação”. (Saint-Gobain, 2016)*

4.7.5.3. Aplicação do Produto

Os principais cuidados a ter durante a aplicação deste produto, passam pelas condições meteorológicas, devendo estar uma temperatura entre 5 e 30°C e não devendo ser aplicado *“com tempo muito húmido, sob chuva ou com risco de gelo nas horas seguintes”*.

Aquando uma aplicação manual, deve-se *“(...) respeitar em cada mistura a quantidade de água recomendada, para que seja conseguida homogeneidade na consistência do produto depois de endurecido”*. (Saint-Gobain, 2016)

4.8. Conclusões

No Capítulo IV, foi apresentado o trabalho experimental desenvolvido, visando analisar a aderência entre o reboco e o suporte granítico do Antigo Matadouro Municipal de Viana do Castelo, com recurso a ensaios de arrancamento.

Foram definidos critérios que permitem avaliar o desempenho dos resultados experimentais obtidos, associando-se os mesmos ao tipo de roturas que ocorreram no processo de arrancamento.

Foram detalhados os planos de trabalhos experimentais implementados no terreno, descrevendo-se as suas várias fases de preparação, bem como os tipos de argamassas aplicadas nas diferentes áreas a ensaiar.

CAPÍTULO V – ANÁLISE DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

5.1. Enquadramento

No capítulo V pretende-se apresentar e comentar os principais resultados obtidos nos diversos ensaios executados no edifício tomado como Caso de Estudo, referente ao Antigo Matadouro Municipal de Viana do Castelo. Os ensaios executados pretendem avaliar a aderência entre o suporte e os diferentes rebocos aplicados, de acordo com o procedimento indicado no Capítulo IV.

5.2. Resultados do plano de ensaios preliminar

No plano de ensaios preliminar foi desenvolvido um conjunto de ensaios de arrancamento, seguindo para o efeito os procedimentos de ensaio sintetizados no Capítulo IV, tendo em vista avaliar a aderência entre o suporte e o reboco pré-existente. Durante a realização dos ensaios, o reboco dos carotes desagregou-se do suporte, tendo-se registado uma força de arrancamento nula. Desta forma, não foi possível quantificar a tensão de arrancamento dos carotes ensaiados para o efeito.

Visto tratar-se de um reboco constituído por cimento e areia, sendo o suporte, um material com elevada porosidade (granito), conclui-se que a falta de aderência seja consequência da presença de humidade ascensional e de salinidades, o que leva ao destacamento da camada de reboco, aplicado sem qualquer tipo de camada que garanta uma pré-aderência ao suporte.

5.3. Resultados do plano de ensaios final

A execução do plano de ensaios final visa estudar a aderência entre rebocos pré-doseados, com constituição cimentícia ou de cal e o suporte existente. Complementarmente será estudada a influência da camada de chapisco no valor da tensão de aderência, e estudada em que medida a orientação solar interfere na aderência entre os diferentes constituintes.

Os resultados obtidos nos ensaios de arrancamento in-situ, representam-se nos gráficos 4; 5; 6; 7; 8 e 9, sendo que estão indicados os valores mínimo, médio e máximo para os rebocos com as diferentes características, com ou sem chapisco.

(Nota: Os resultados são apresentados na íntegra no Anexo 2)

Da análise dos resultados dos ensaios, apresentados no gráfico 4, comprova-se que a camada de chapisco tem um papel fundamental na aderência, entre o reboco cimentício e o suporte. Obtém-se em 60% dos ensaios efetuados, nas áreas providas desta camada, roturas coesivas pelo reboco, indicando que a aderência real é superior ao valor obtido.

Nas áreas desprovidas de chapisco, os valores obtidos são maioritariamente nulos (aproximadamente 87%), ocorrendo nos paramentos interiores roturas pela cola (entre a argamassa e a pastilha metálica), o que leva a um valor rejeitável. Nos paramentos exteriores, dá-se uma rotura adesiva, com valor igual a zero.

Comprova-se desta forma, perante a ausência de chapisco, a inexistência de aderência entre o suporte granítico e a camada de reboco.

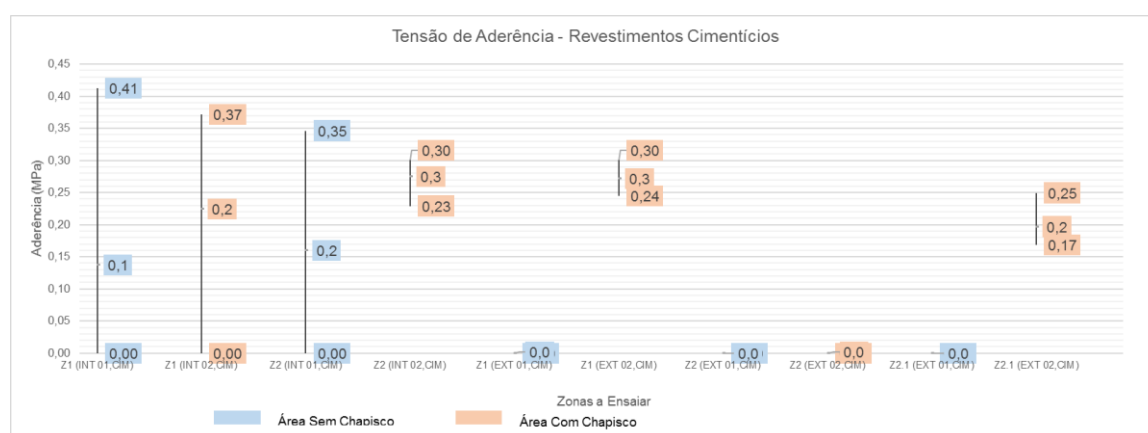


Gráfico 4 – Tensão de Aderência – Revestimentos Cimentícios

Depreende-se numa primeira análise ao gráfico 5, que os ensaios efetuados em zonas destinadas a argamassa de cal, apresentam um valor mais elevado de resultados não nulos, quando comparados com os resultados obtidos nos ensaios em zonas reservadas a argamassas cimentícias, independentemente de se tratar de uma zona com ou sem camada de chapisco.

Nas áreas sem chapisco, 60% resultaram num valor nulo. Originaram-se roturas pela cola, cujos valores são rejeitados e roturas adesivas, nas quais o valor obtido indica efetivamente a resistência de aderência entre o reboco e o suporte.

Atendendo aos resultados indicados no Anexo 2, as roturas adesivas traduzem-se sempre num valor nulo, pois deu-se o destacamento do provete aquando da colocação do equipamento de arrancamento.

Conclui-se assim, que nos cenários de ausência de chapisco, a aderência entre a camada de reboco e o suporte existente é reduzida.

Analizadas as áreas com chapisco, cerca de 73% dos ensaios resultaram em roturas coesivas pelo suporte, indicando que os valores obtidos são inferiores aos valores de aderência reais entre o suporte e o reboco.

Retém-se assim, que o reboco pré-doseado, aplicado no suporte do edifício tornado Caso de Estudo, apresenta uma boa aderência, quando executado com uma camada prévia de chapisco, sendo este resultado francamente melhorado para revestimentos de cal.

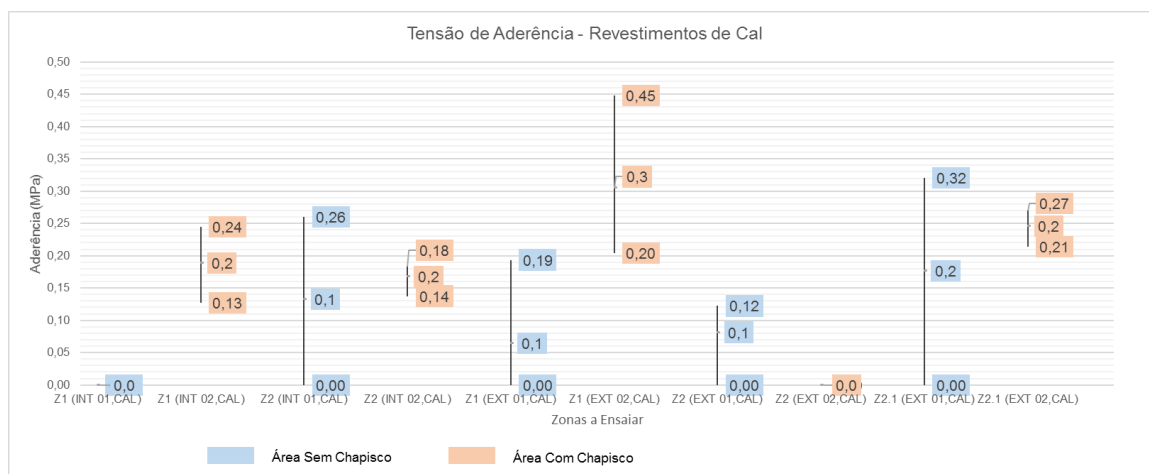


Gráfico 5 – Tensão de Aderência – Revestimentos de Cal

A norma NF P 15-201, menciona que o valor de referência para a tensão de aderência em rebocos cimentícios e monomassas, deverá ser igual ou superior a 0,3MPa.

Analisando o gráfico 6, conclui-se então, que em rebocos cimentícios executados sobre uma camada de chapisco, se obtém resultados superiores a este valor em 60% dos casos.

Em contrapartida, aquando a inexistência de chapisco, apenas 40% dos ensaios resultam em valores iguais ou superiores a 0,3MPa.

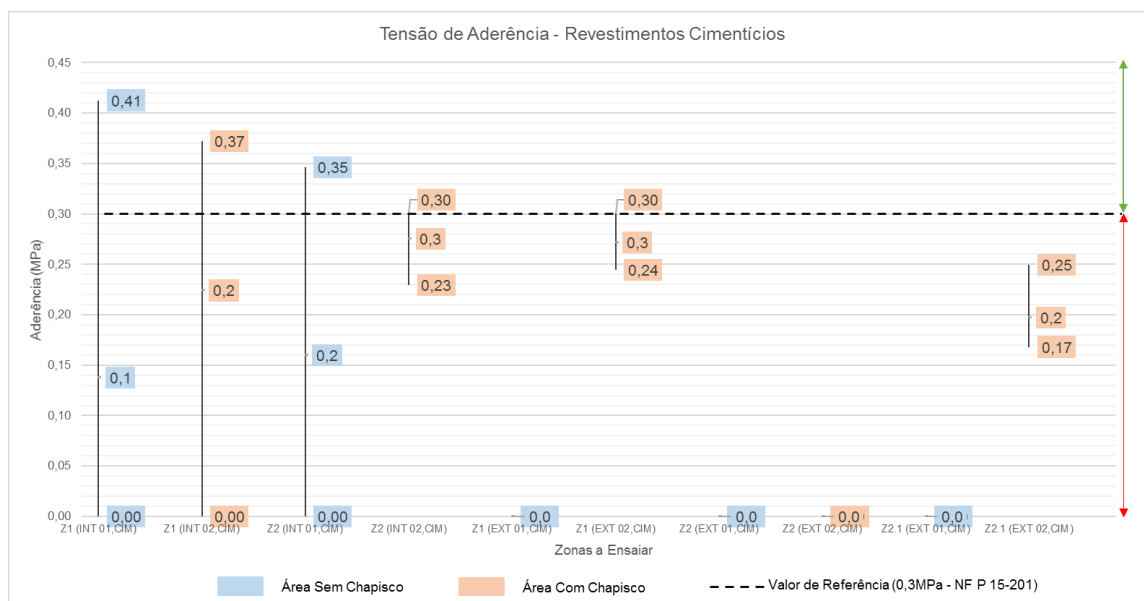


Gráfico 6 – Tensão de Aderência – Revestimentos Cimentícios (valores de referência segundo a NF P 15-201)

Nas zonas ensaiadas com revestimentos de cal, gráfico 7, é possível observar que quer para áreas com chapisco, quer para áreas sem esta camada, apenas 20% dos ensaios estão em conformidade com a norma NF P 15-201.

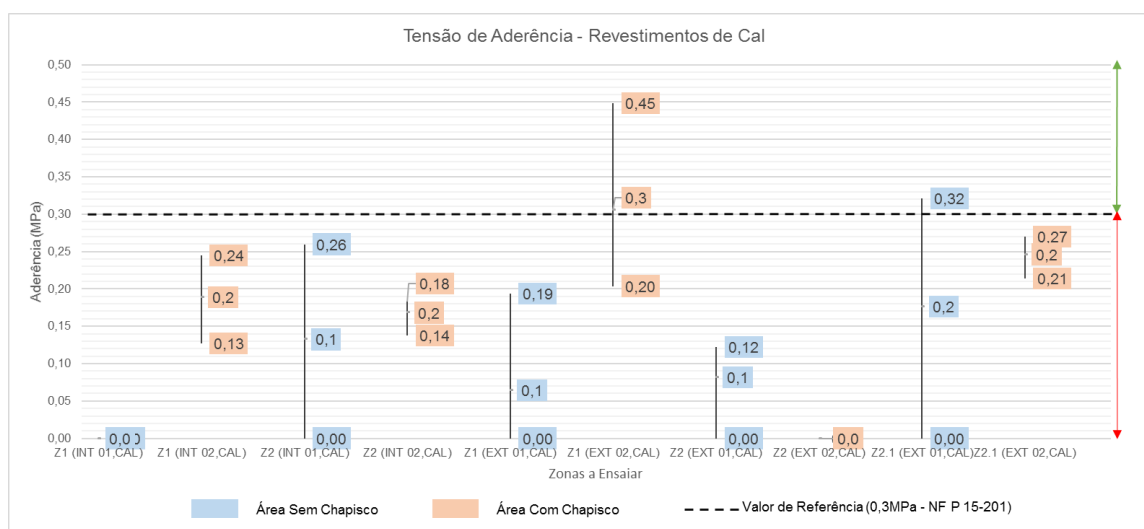


Gráfico 7 – Tensão de Aderência – Revestimentos de Cal (valores de referência segundo a NF P 15-201)

A autora (Veiga, 2003), refere que para rebocos de substituição em edifícios antigos, os valores de referência devem estar compreendidos entre 0,1MPa e 0,3MPa ou deverão ocorrer roturas coesivas pelo reboco.

Desta forma, por análise ao gráfico 8, identifica-se que apenas 40% dos resultados ensaiados obtiveram valores aceitáveis após aplicação de reboco cimentício diretamente sobre o suporte.

A aplicação de chapisco aumenta o valor da tensão de aderência, sendo que 80% dos ensaios de arrancamento efetuados em rebocos cimentícios assentes sobre esta camada prévia, ultrapassaram os requisitos mínimos citados por (Veiga, 2003).

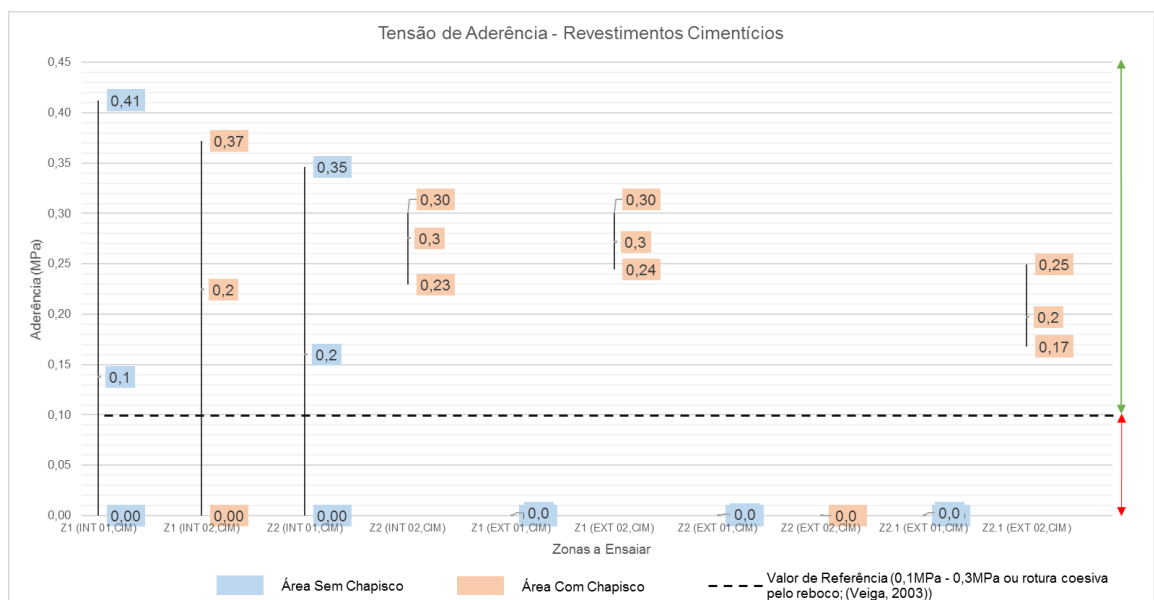


Gráfico 8 – Tensão de Aderência – Revestimento Cimentícios (valores de referência segundo (Veiga, 2003))

Ainda considerando os valores de referência indicados em (Veiga, 2003), mas para as áreas de ensaio destinadas a revestimentos de cal, conclui-se, após análise do gráfico 9, que em 80% dos ensaios foi obtido um valor bem sucedido, independentemente da execução da camada prévia de chapisco.

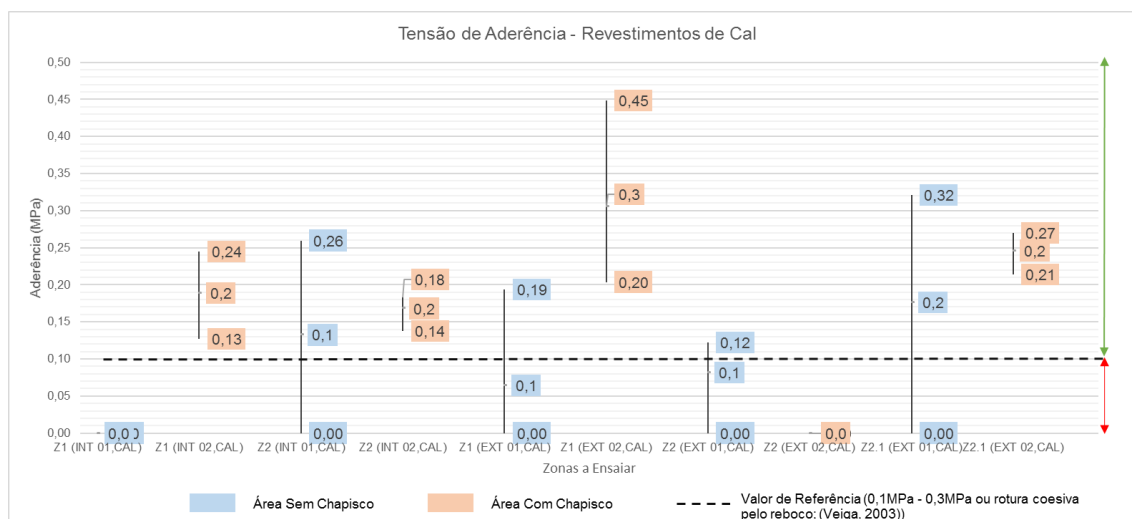


Gráfico 9 – Tensão de Aderência – Revestimento de Cal (valores de referência segundo (Veiga, 2003))

5.3.1. Influência da orientação solar da fachada nos resultados obtidos

Neste subcapítulo, pretende-se analisar em que medida a orientação solar das fachadas ensaiadas tem influência nos resultados dos ensaios efetuados e quantificar, se possível, a referida variação.

A Zona Exterior 1, está orientada a Este (Anexo 1). Sendo uma fachada que está exposta ao sol logo ao início do dia, aquando da execução das diversas camadas que constituem as zonas de ensaio, teve-se o cuidado de humidificar as mesmas. Desta forma, evitou-se a retração/dilatação dos materiais devido às variações térmicas.

Os resultados obtidos durante os ensaios foram coerentes, dando-se roturas coesivas pelo reboco nas zonas dotadas de chapisco e nas restantes, os valores obtidos nos ensaios de arrancamento são nulos.

As Zonas Exterior 2 e 2.1, estão localizadas numa fachada orientada a Sul. O facto dos primeiros ensaios de arrancamento efetuados (Zona Exterior 2), não terem sido favoráveis (dava-se o destacamento das pastilhas metálicas aquando da instalação do equipamento de arrancamento), poderá estar relacionado com a sua orientação. A fachada em questão, estando orientada a sul, apresenta elevados ganhos solares. Este fator leva a que os materiais estejam sujeitos a temperaturas elevadas, podendo ocorrer deformações. A deformação dos materiais conduz à formação de fissuras, o que torna o suporte em alvenaria de pedra granítica menos estável face às variações de natureza hidrotérmica.

Complementarmente, tratando-se de um edifício implantado na orla costeira, numa zona ventosa, a fachada sul está sujeita ao desgaste das alvenarias de pedra devido à ação da chuva, pois em períodos de forte precipitação, o vento atua predominantemente vindo do quadrante sul.

Este fator climatérico ajuda a perceber o motivo pela qual os primeiros ensaios efetuados não tiveram sucesso (gráfico 10).



Gráfico 10 – Análise de resultados não nulos

O gráfico 10, indica os resultados não nulos que se obtiveram na realização dos ensaios em ambas as zonas localizadas na fachada sul. É possível concluir que a Zona Exterior 2.1 apresentou resultados favoráveis, logo, o reboco pré-doseado executado sobre a fachada, apresenta uma melhor aderência ao suporte existente. Na parcela referente à Zona Exterior 2.1, todos os arrancamentos, resultaram numa rotura coesiva pelo reboco, logo, a aderência real entre as camadas reboco/suporte é superior à obtida.

5.3.2. Análise comparativa dos resultados experimentais

No presente subcapítulo, serão comparados os resultados obtidos durante os ensaios do plano final de ensaios, com os valores admissíveis na normalização aplicável. Pretende-se determinar uma solução de reabilitação que cumpra dois desafios aparentemente antagónicos, contudo complementares:

- Deverão ser cumpridos os valores de referência estipulados na NF P 15-201;

- A solução preconizada deverá ser compatível com as técnicas e os materiais aplicados à época, na construção do Antigo Matadouro Municipal de Viana do Castelo.

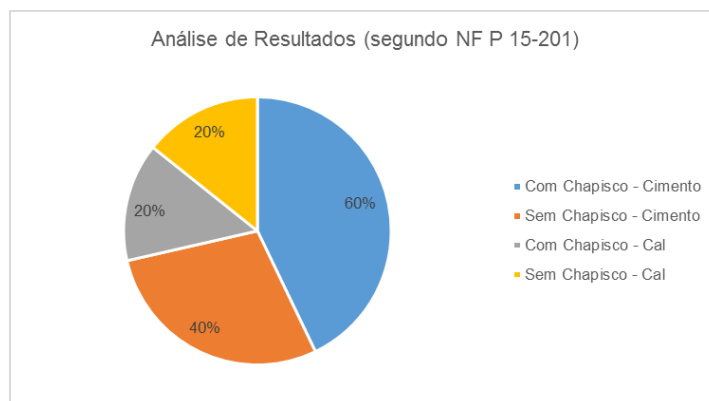


Gráfico 11 – Análise de Resultados (segundo a NF P 15-201)

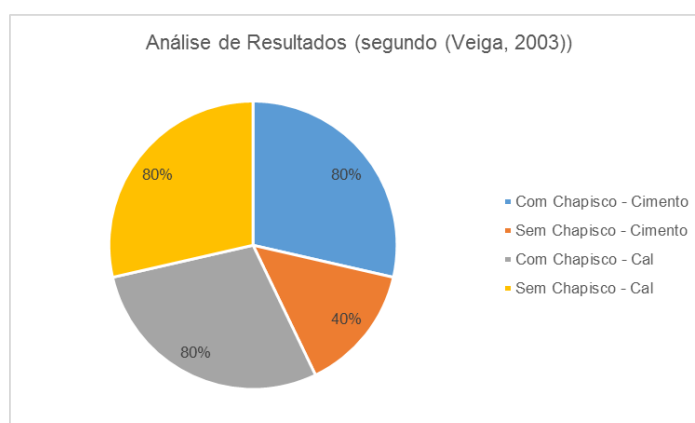


Gráfico 12 – Análise de Resultado (segundo (Veiga, 2003))

Analisando os gráficos 11 e 12, que representam sucintamente os ensaios que cumprem os valores de referência especificados nos diferentes critérios, percebe-se numa primeira análise, que o chapisco melhora consideravelmente o comportamento de aderência entre o suporte e o revestimento de cimento. De acordo com ambos os critérios – NF P 15-201 e (Veiga, 2003) – a argamassa cimentícia tem um melhor comportamento à aderência.

Desta forma, seria uma boa solução aplicar um revestimento de base cimentícia no revestimento das fachadas do edifício tornado Caso de Estudo, após remoção da totalidade do revestimento existente e limpeza do suporte que garanta a inexistência de salinidades, fungos ou argamassas de assentamento instáveis.

Na operação de acabamento, deverá ser utilizado um material permeável, que permita as trocas de vapor de água entre o suporte e o exterior, visto o material que constitui as alvenarias ser poroso e apresentar sinais de humidade ascensional. Assim, será evitado o destacamento do revestimento executado, bem como da formação de “bolsas de água” entre o reboco e o acabamento.

5.4. Acesso Remoto a Equipamentos

Em colaboração com a Eng^a Ana Machado, no âmbito do seu Projeto Final para obtenção do Grau de Licenciada do Curso de Engenharia Eletrónica e Redes de Computadores pelo Instituto Politécnico de Viana do Castelo, desenvolveu-se um projeto que visa implementar *“(...) uma solução que permita o Acesso Remoto a Equipamentos Utilizando uma Interface Série Através da Internet, em particular à máquina de ensaio de aderência (...)”* (Machado, 2016) adotada, Proceq DY-2 Family. O principal objetivo deste projeto é facilitar o acesso aos dados resultantes de ensaios pull-off, a partir de uma localização remota de forma a possibilitar a realização de ensaios in-situ e a visualização dos dados remotamente e em tempo real.

“Até aqui, o acesso às medições provenientes de ensaios realizados com a DY-2 era realizado apenas quando se estabelecia a ligação física entre a Máquina e um computador, e se procedia ao download dos dados que estão guardados na memória, o que dificultava a deteção de eventuais erros ou falhas nos valores medidos”. (Machado, 2016)

5.4.1. Acesso Remoto

“Como a máquina Proceq DY-2 Family apenas apresenta uma interface de comunicação série, a proposta de solução passa por implementar um acesso remoto utilizando interface série através da internet. Assim é necessário que um servidor TCP/IP aceda aos dados de uma interface de comunicação série e que o computador do utilizador possua um cliente TCP/IP para os receber e reencaminhar para uma interface série virtual que será utilizada pelo software DY-Link.

(...) A máquina é ligada a uma interface USB que se encontra ligada a um servidor TCP/IP e, por sua vez, está conectado com uma rede local como acontece com o cliente TCP/IP. O cliente liga-se a uma interface série virtual (COM) e a interface com o utilizador, o software DY-Link, conecta-se a essa interface COM”. (figura 53) (Machado, 2016)

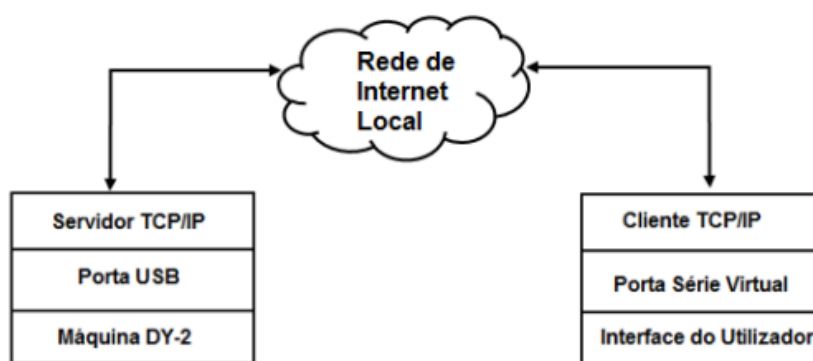


Figura 47 – Esquema representativo da relação entre os elementos utilizados (Machado, 2016)

“No sentido de ligar a interface série da máquina a um servidor foi pensada a utilização de um minicomputador com sistema operativo linux, o Raspberry Pi, que permitirá implementar o servidor TCP/IP, estabelecer conexão a uma rede wireless e como possui uma porta USB, utilizá-la para ligar o cabo que acompanha a máquina (...).” (figura 54)



Figura 48 – Esquema representativo das ligações da solução proposta para a implementação do Sistema (Machado, 2016)

5.4.2. Procedimento Experimental

A solução proposta foi testada em laboratório e em ambiente de utilização real. Os testes de campo foram realizados no Antigo Matadouro Municipal de Viana do Castelo aquando da realização de uma bateria de ensaios pull-off. Desta forma, e com a presença dos intervenientes de ambos os projetos, foi possível partilhar informações e perceber se as escolhas tomadas garantiam as necessidades precisas para a execução de ensaios desta natureza.

Numa primeira fase “(...) procedeu-se à montagem do sistema. Para isso utilizou-se um Smartphone como ponto de acesso para criar a rede local e efetuou-se a ligação do computador a essa rede. A seguir, alimentou-se o Raspberry Pi utilizando a power bank e procedeu-se à ligação física entre a porta USB do raspberry e a porta série da máquina (...)”. (figura 55) (Machado, 2016)



Figura 49 – Ligação física entre a Máquina de estes e o Raspberry Pi (Machado, 2016)

“Após os passos acima descritos estarem concluídos, iniciaram-se os serviços no Computador e ligou-se a Máquina”. (figura 56) “Iniciou-se a ligação aos dados da Máquina através do Software DY-Link e começaram-se as medições”. (Machado, 2016)

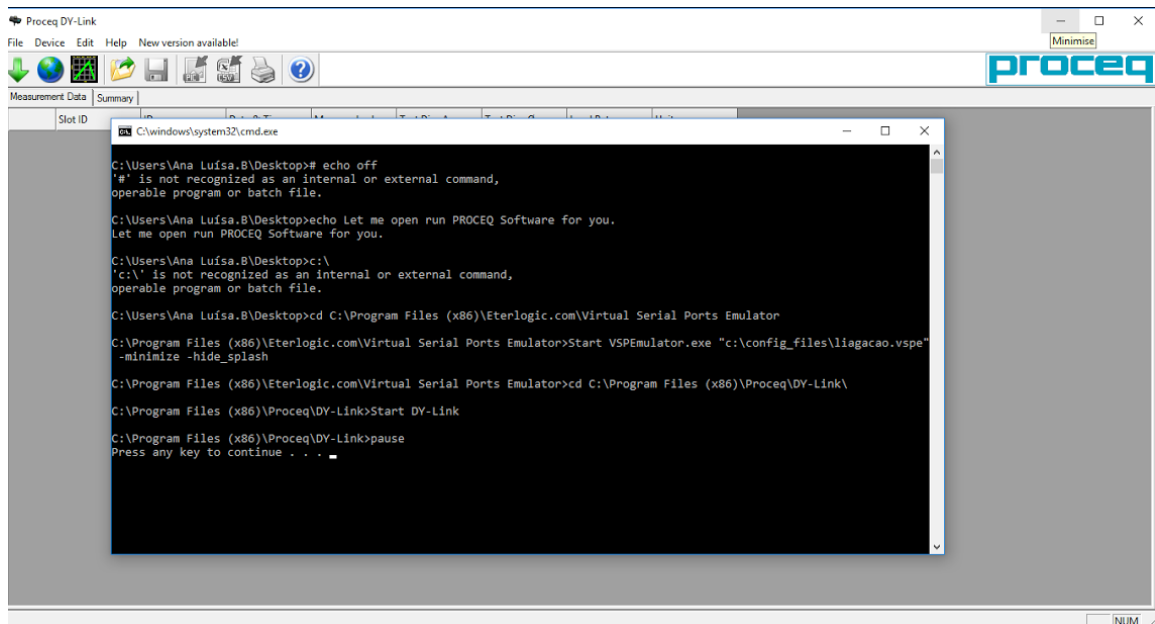


Figura 50 – Iniciação dos serviços necessários ao funcionamento das comunicações (Machado, 2016)

5.4.3. Resultados

“As experiências mostraram que o Sistema implementado dá resposta às necessidades do Engenheiro Civil durante os ensaios de aderência, tornando-os mais interativos e expeditos em termos de consulta de resultados e detecção de erros.

Os resultados obtidos consistiram em permitir que o download e visualização dos dados fosse feita durante as medições e em tempo real (...). (figuras 57 e 58) (Machado, 2016)

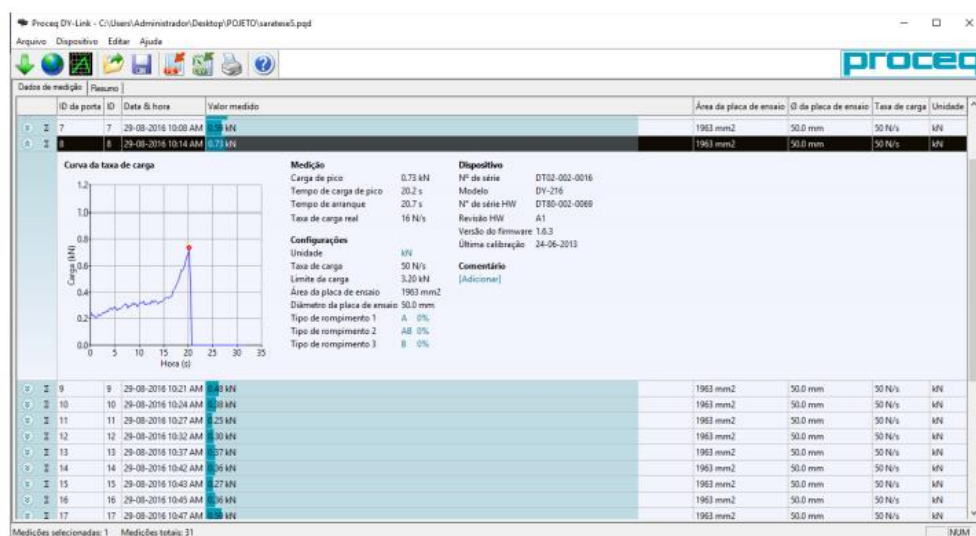


Figura 51 – Download dos dados das medições (Machado, 2016)

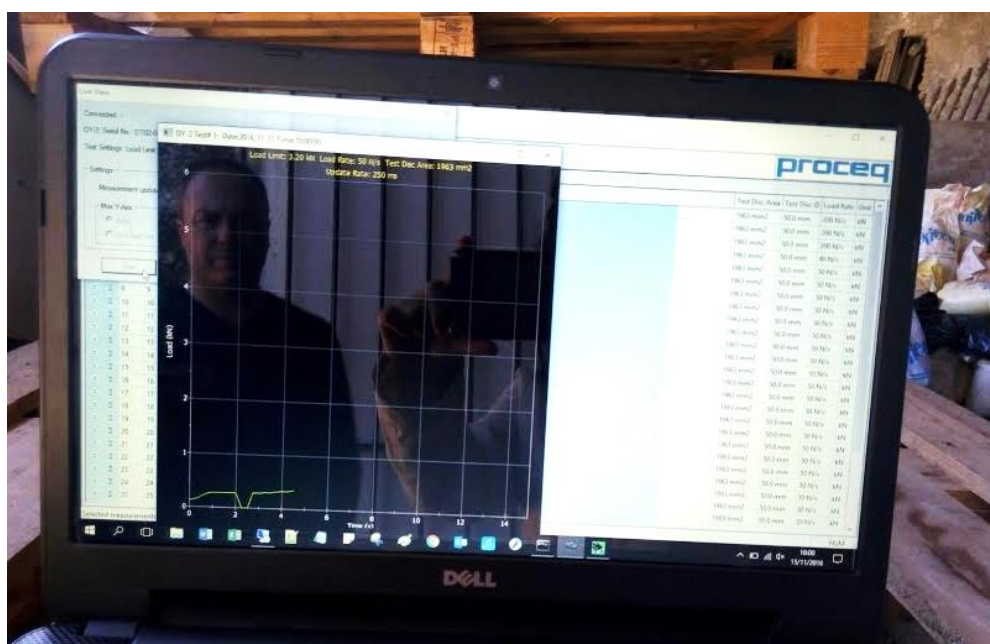


Figura 52 – Gráfico de visualização dos dados das medições em tempo real (Machado, 2016)

5.4.4. Conclusões

A possibilidade de aceder à internet a partir de qualquer local possibilita o desenvolvimento de novas soluções de monitorização remota. Cada vez mais, este tipo de acesso é utilizado por empresas e particulares para monitorizar e aceder a dados e equipamentos.

“A implementação deste sistema permitiu alcançar todos os objetivos propostos. Sendo que, o Sistema de Acesso Remoto a Equipamentos Utilizando Interface Série Através da Internet permite ao Engenheiro Civil o acesso remoto aos dados da máquina de ensaio de aderência em tempo real, o que auxilia na deteção de falhas ou erros durante as medições. O Sistema está preparado para ser utilizado em edifícios em obras que oferecem escassos recursos e apresenta facilidade de utilização para o profissional de Engenharia Civil. Desta forma, e com a realização deste projeto, os profissionais que utilizam a Máquina vêm o seu trabalho facilitado na realização dos ensaios de aderência (...).

A forma de implementação utilizada apresenta algumas restrições relativamente ao facto de o sistema só funcionar em redes locais de Internet não permitindo a sua utilização em redes de alcance superior. No entanto, a necessidade demonstrada passa apenas pela utilização de uma rede local e como não apresenta mais limitações, o sistema implementado mostrou-se uma boa escolha apresentando-se suficiente para o caso em estudo”. (Machado, 2016)

CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES FINAIS

6.1. Conclusões

O objetivo da presente Dissertação foi encontrar uma solução de reabilitação do revestimento de impermeabilização dos paramentos do edifício do Antigo Matadouro Municipal de Viana do Castelo, aplicando para o efeito soluções de rebocos pré-doseados sobre o suporte granítico existente, com ou sem aplicação prévia de uma camada de aderência, designada por chapisco.

Para tal, foi necessário estudar previamente as soluções construtivas executadas à data da construção do edifício, bem como os materiais e processos de execução aplicados na materialização das soluções. Complementarmente foram sintetizadas as principais anomalias construtivas existentes e apresentado, de forma sumária, um projeto de reabilitação já desenvolvido para o edifício tornado como Caso de Estudo.

De forma a poder selecionar a solução de revestimento de impermeabilização mais adequada, analisaram-se os principais fatores que influenciam o mecanismo de aderência entre o reboco e o suporte.

As salinidades constituem uma patologia que afeta os paramentos estudados, contudo os seus efeitos foram apenas avaliados do ponto de vista teórico, não tendo sido efetuados quaisquer tipos de ensaios que permitam quantificar a sua extensão. No entanto, através da análise visual e tátil, foi possível verificar a presença de sais no edifício do Antigo Matadouro Municipal, designadamente as eflorescências salinas provenientes da ascensão capilar através do suporte granítico.

Quanto à ligação reboco/suporte, foi elaborado um estudo intensivo, recorrendo à execução de ensaios de arrancamento nos diversos paramentos, de modo a determinar a tensão de aderência entre as camadas. Para tal, numa primeira fase, foi elaborado um plano de trabalhos preliminar que visou determinar a aderência entre o reboco e o suporte existente. Face à deficiente ligação entre estes dois elementos, optou-se por definir um novo plano de trabalhos com aplicação de novas camadas de reboco devidamente selecionadas.

No plano de trabalhos final optou-se por criar zonas distintas de ensaios nas quais se executaram camadas de reboco pré-doseado com composições diferentes (cimento ou cal), diretamente sobre o suporte existente ou sobre uma camada de chapisco. Este plano de

trabalhos veio confirmar a importância da camada prévia de aderência, verificando-se durante os ensaios, tensões superiores nas áreas onde esta camada foi aplicada.

Os resultados obtidos nos ensaios, permitiram concluir que a aplicação de uma argamassa de constituição cimentícia, sobre uma camada prévia de chapisco, seria uma boa solução a adotar para efeito de reabilitação do revestimento de impermeabilização dos paramentos do edifício tomado como Caso de Estudo, atendendo a que os valores obtidos cumprem os valores de referência indicados na NF P 15-201.

A aplicação de uma solução de reboco constituída por uma argamassa cimentícia sobre chapisco revela-se, face à orientação solar das fachadas, a mais adequada de um ponto de vista da exposição à intempérie. A fachada sul do edifício apresenta maior exposição aos agentes climatéricos, logo afigura-se como a condicionante no estudo da solução de reboco mais adequada à reabilitação do suporte.

Em face da necessidade de realização de um número muito elevado de ensaios de arrancamento, surgiu a oportunidade de desenvolver, no presente trabalho de Dissertação, um procedimento de ligação remota do equipamento do ensaio de arrancamento ao equipamento de leitura de dados, utilizando para o efeito uma Interface Série através da internet. Esta solução foi testada em laboratório e em contexto real, concluindo-se que o sistema funciona de forma adequada em redes locais de internet. Este procedimento desenvolvido aumenta a rapidez do trabalho experimental e permita a execução dos ensaios de arrancamento com maior precisão e de forma mais rigorosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Algarvio, Maria Paula Raposo Pacheco. 2010. Influência da razão água/ligante nas características das argamassas de cal aérea para reboco de edifícios antigos. Lisboa : Instituto Superior Técnico, 2010.

AMVCT. 1911. *Livro de Actas da Câmara Municipal de Viana do Castelo.* 1911. pp. Folha 162 verso, cota 821.

— **1911.** *Livro de Actas da Câmara Municipal de Viana do Castelo.* 1911. pp. Folha 222 verso, cota 821.

— **1911.** *Livro de Actas da Câmara Municipal de Viana do Castelo.* 1911. pp. Folha 212 frente, cota 821.

— **1912.** *Livro de Actas da Câmara Municipal de Viana do Castelo.* 1912. pp. Folha 199 verso, cota 822.

— **1927.** *Livro de Actas da Comissão Administrativa da Câmara Municipal de Viana do Castelo.* 1927. p. Folha 69 verso.

— **1913.** *Livro de Minutas das Actas da Câmara Municipal de Viana do Castelo: Sessão Ordinária de 18 de Dezembro.* 1913. pp. Folha 4 verso, cota 876-A.

— **1913.** *Livro de Minutas das Actas da Câmara Municipal de Vianas do Castelo: Sessão Ordinária de 2 de Outubro.* 1913. pp. Folha 3 frente, cota 876-A.

Angelim, Renato R., Angelim, Susane C. M. e Carasek, Helena. 2003. Influência da distribuição granulométrica da areia no comportamento dos revestimentos de argamassa. São Paulo : Simpósio Brasileiro de Tecnologias das Argamassas, 2003.

Appleton, João. 2011. A Sustentabilidade nos Projectos de Reabilitação de Edifícios. Encontro Nacional de Engenharia Civil : s.n., 2011.

Branco, J. Paz. 1981. *Manual do Pedreiro.* Lisboa : Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1981.

Carasek, Helena. 1996. Aderência de argamassas à base de cimento portland a substratos porosos - avaliação dos factores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação. São Paulo : Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996.

Carasek, Helena e Cascudo, Oswaldo. 2007. Descolamento de revestimentos de argamassa aplicados sobre estruturas de concreto - Estudo de casos brasileiros. Lisboa : 2º Congresso Nacional de Argamassa de Construção, 2007.

Carasek, Helena e Scartezini, Luís Maurício Bessa. 1999. Evolução da resistência de aderência dos revestimentos de argamassa mista. Vitória : III Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 1999.

Carasek, Helena. 1997. Factores que exercem influência na resistência de aderência de argamassas. Salvador : II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas , 1997.

Carasek, Helena, Cascudo, Oswaldo e Jucá, Tatiana. 2005. Estudo de casos de descolamento de revestimento de argamassa aplicado sobre estrutura de concreto. Florianópolis : VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, 2005.

Carasek, Helena, Cascudo, Oswaldo e M., L. 2001. Importância dos Materiais na Aderência dos Revestimentos de Argamassa. Brasília : IV Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2001.

Cardona, Arq.º António Pedro Machado. 2009. Memória Descritiva da Arquitectura - Arquivo Municipal de Viana do Castelo. *Remodelação/Ampliação do Antigo Matadouro Municipal*. Viana do Castelo : s.n., 2009.

Carvalho Jr., Antônio Neves, Brandão, P. R. G. e Freitas, J. M. C. 2005. Relação entre a resistência de aderência de revestimentos de argamassa e o perfil de penetração de pasta de aglomerante nos poros do bloco cerâmico. Florianópolis : VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas , 2005.

CEN. 2000. Methods of test for mortar for masonry - Part 12: Determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates. *EN 1015-12*. Brussels : s.n., 2000.

Civil, Laboratório Nacional de Engenharia. 1988. *Coberturas de Edifícios*. Lisboa : I C T Especialização e Aperfeiçoamento Edifícios, 1988.

Colen, Inês dos Santos Flores Barbosa. 2009. Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção predictiva. Lisboa : Instituto Superior Técnico, 2009.

Construção, Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica de. 1998. *Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas*. Coimbra : Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica de Construção, 1998.

Costa, Eliane Betânia Carvalho, et al. 2010. Avaliação do efeito da reologia e da energia de impacto na resistência de revestimentos de argamassa. Lisboa : 3º Congresso Português de Argamassas de Construção, 2010.

Coutinho, A. de Sousa. 1997. *Fabrico e Propriedades do Betão, Volume I*. Lisboa : Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997. Vol. Volume I.

Détriché, C.H., et al. 1985. *Influence des paramètres de mise en oeuvre et de composition sur le comportement des mortiers d'enduit.* s.l. : Matériaux et Constructions, 1985. pp. 370-378. Vol. 21.

Duailibe, Roberto Palacio, Cavani, Gilberto de Ranieri e Oliveira, Mirian Cruxên Barros. 2005. Influência do tipo de projeção da argamassa na resistência de aderência à tração e permeabilidade à água. Florianópolis : VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, 2005.

Dupin, I., Détriché, C.H. e Maso, J.C. 1988. *Accrochage direct d'un enduit sur un isolant par une liaison de type mécanique dans le cadre d'un procédé d'isolation par l'estérieur.* s.l. : Matériaux et Constructions, 1988. pp. 370-378. Vol. 21.

Gaspar, Sara Maria Garcia. 2011. Análise da interface entre elementos de parede e camadas de revestimento. Lisboa : Instituto Superior Técnico, 2011.

Gomes, Augusto, Pinto, Ana Paula Ferreira e Pinto, João Bessa. 2013. Materiais de Construção. *Gesso e Cal de Construção.* s.l. : Instituto Superior Técnico, 2013.

Gonçalves, Sérgio Ricardo de Castro e Bauer, Elton. 2005. Estudo de caso da variação da resistência de aderência à tração em uma parede. Florianópolis : VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, 2005.

Gonçalves, Teresa Cláudio Diaz. 2007. Salt crystallization in plastered or rendered walls. Lisboa : Instituto Superior Técnico, 2007.

Google. 2013. Google Earth. [Online] 29 de Agosto de 2013.

J. Roma, Lda. 2016. <http://www.jroma.pt/aderencia.html>. [Online] Setembro de 2016. [Citação: 6 de Novembro de 2016.]

Leal, António Belo Cardoso. 2009. Argamassas Tradicionais de Revestimento de Paredes: Fendilhação e a sua Reparação. Lisboa : Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2009.

Lisboa, Faculdade de Arquitectura de. 2006/2007. Materiais - Grupo de disciplinas de materiais edificações e ambiente. Lisboa : s.n., 2006/2007.

LNEC. 1968. Recomendações para execução de revestimentos exteriores de argamassas. Lisboa : s.n., 1968.

Lopes, Ana Catarina Antunes. 2012. Avaliação da variabilidade da técnica de ensaio pull-off na medição da resistência de aderência à tração em revestimentos de ladrilhos cerâmicos e argamassas. Lisboa : Instituto Superior Técnico, 2012.

Machado, Ana Luísa Ribeiro. 2016. Acesso Remoto a Equipamentos Utilizando Interface Série Através da Internet. Viana do Castelo : Escola Superior de Tecnologia e Gestão, 2016.

Minho, Universidade do. Capítulo IV - Coberturas em Telhas Cerâmicas. s.l. : Universidade do Minho.

Miranda, Vidália Maria Cordeiro. 2004. Análise da aderência de soluções de reboco tradicional sobre suportes de betão. Lisboa : Instituto Superior Técnico, 2004.

Peixoto, António Maranhão. 1978. *Cadernos Vianenses*. Viana do Castelo : Pelouro da Cultura da Câmara Municipal, 1978. pp. 191-214. Vol. Tomo 40 (2007).

Penas, Filipa Ezequiel. 2008. Argamassas de Cal Hidráulica para Revestimentos de Paredes. Lisboa : Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2008.

Portuguesa, Norma. 2011. EN 459-1:2011 - Cal de Construção. Parte 1: Definições, especificações e critérios de conformidade. 2011.

Proceq. 2016. <http://www.proceq.com/po/produtos/teste-de-concreto/produtos-obsoletos/dyna.html>. [Online] 2016. [Citação: 6 de Novembro de 2016.]

Puim, Pedro, Gonçalves, Teresa Diaz e Brito, Vânia. 2012. Controlo e prevenção de anomalias devidas à cristalização de sais solúveis em edifícios antigos. s.l. : PATORREB, 2012.

Quintela, Marisa Betânia de Oliveira Antunes. 2006. Durabilidade de revestimentos exteriores de paredes em reboco monocamada. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2006.

Rodrigues, Maria Paulina Santos Forte de Faria. 1997. Revestimentos de impermeabilização de paredes à base de ligantes minerais: modelização experimental de revestimentos aplicados sobre um suporte. s.l. : Instituto Superior Técnico, 1997.

SA, Proceq. 2013. Manual de Instruções - Proceq Família DY-2. 2013.

Saint-Gobain, Weber. 2016. O Guia 2016. s.l. : Weber Saint-Gobain, 2016.

Silva, Marta Trigo M. Taxa da . 2012. Reabilitação Sustentável: Adaptação conceptual de um edifício do século XIX do centro do Porto. s.l. : Escola Superior de Artes e Design, 2012.

Sugo, H.O., Page, A.W. e Lawrence, S.J. 2001. The development of mortar/unit bond. s.l. : 9th Canadian Masonry Symposium, 2001.

Tuna, José Miguel Rodrigues. 2011. Caracterização in-situ de aflorescências e de outros compostos salinos em paramentos. Lisboa : Instituto Superior Técnico, 2011.

Veiga, Maria do Rosário. 2003. Argamassas para revestimento de paredes de edifícios antigos. Características e campo de aplicação de algumas formulações correntes. Lisboa : LNEC, 2003.

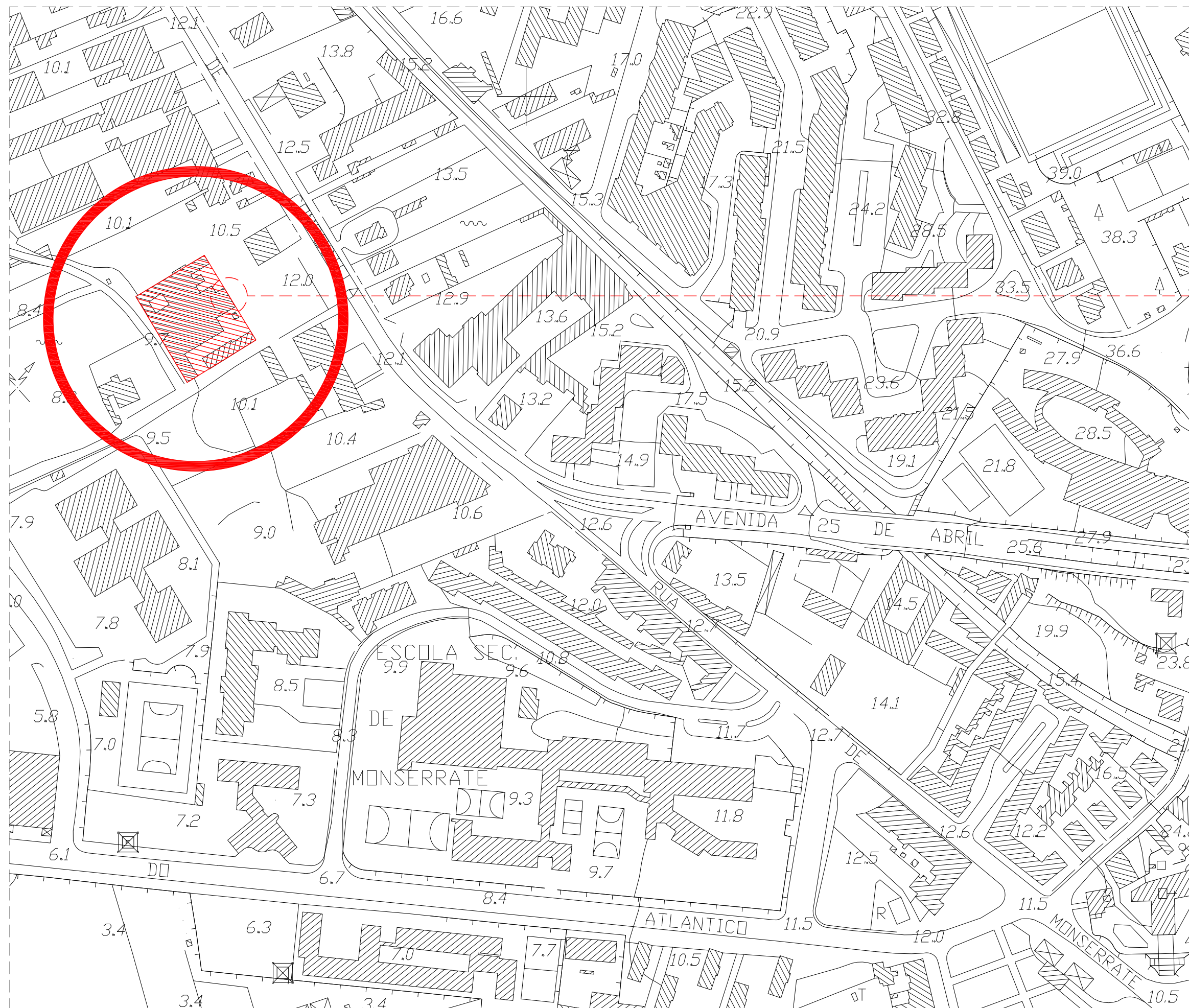
—. **2005.** Comportamento de Rebocos para Edifícios Antigos: Exigências Gerais e Requisitos Específicos para Edifícios Antigos. Lisboa : Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Fevereiro de 2005.

Vieira, André Miguel da Silva. 2009. Caracterização de revestimentos exteriores através de ensaios de arrancamento por tracção. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

Viqueira, J. L. Cortón. 1913. Secção de Alçados Diversos. Viana do Castelo : Obras Públicas Municipais, Câmara Municipal de Viana do Castelo, 6 de Agosto de 1913.

ANEXOS

Anexo 1. Projeto de Arquitetura



REABILITAÇÃO CONSTRUTIVA DO ANTIGO
MATADOURO MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO

PEÇA DESENHADA
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

AUTOR DO PROJETO
CÂMARA MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO

DATA
DEZEMBRO 2016

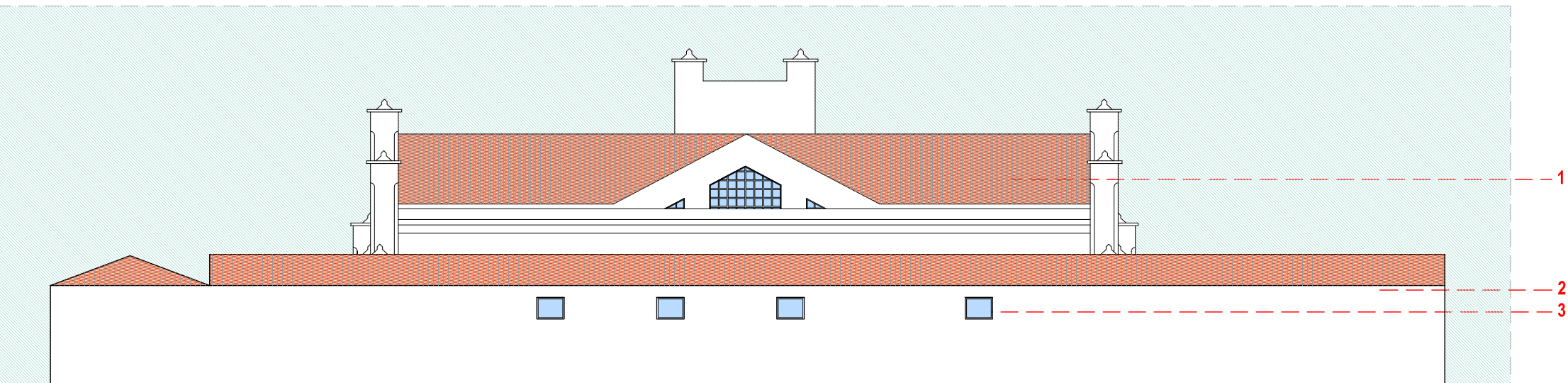
ESCALA: 1/2000

Nº ANEXO

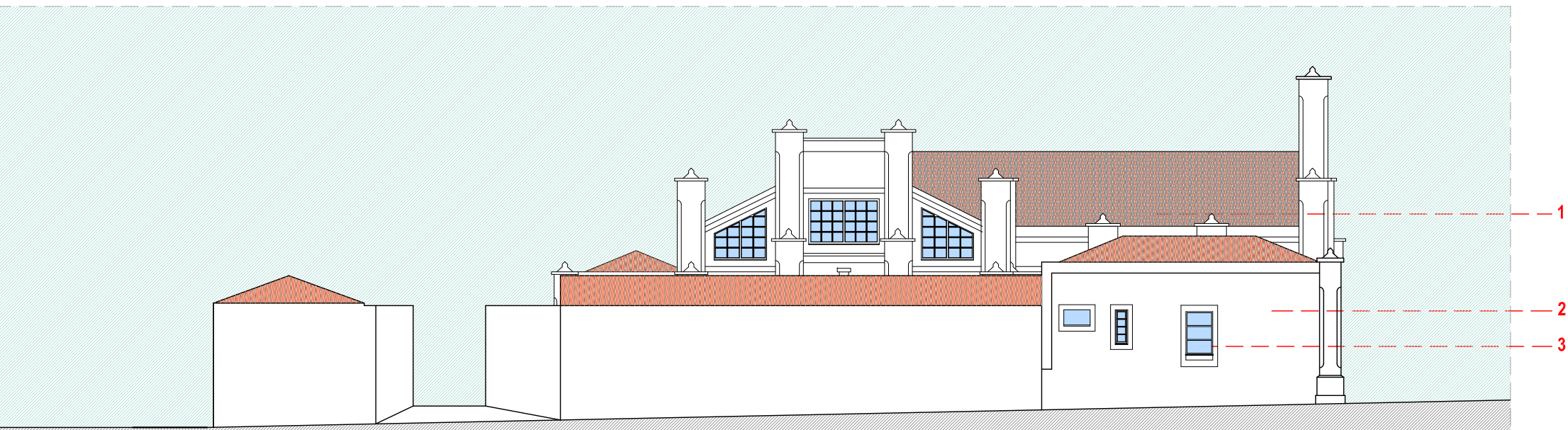




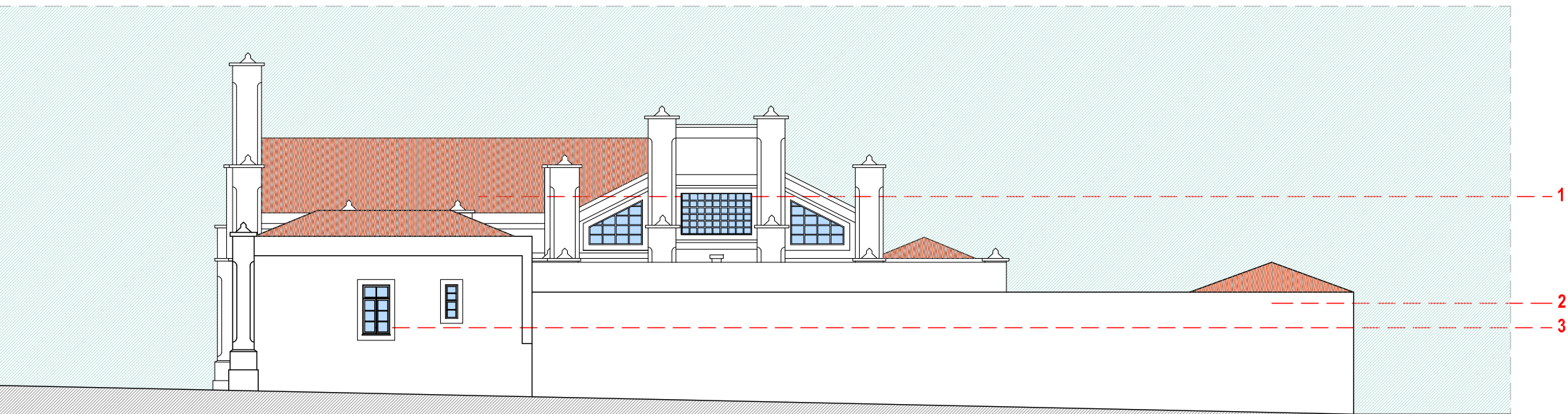
ALÇADO PRINCIPAL



ALÇADO POSTERIOR



ALÇADO LATERAL ESQUERDO



ALÇADO LATERAL DIREITO

LEGENDA:

- 1 - Telha cerâmica tipo Marselha
- 2 - Alvenaria de pedra granítica rebocada a cimento e areia
- 3 - Vãos em caixilharia de madeira com vidro simples
- 4 - Estrutura da cobertura em madeira

REABILITAÇÃO CONSTRUTIVA DO ANTIGO
MATADOURO MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO

PEÇA DESENHADA
ALÇADOS

AUTOR DO PROJETO
CÂMARA MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO

DATA
DEZEMBRO 2016

ESCALA: 1/200

Nº ANEXO



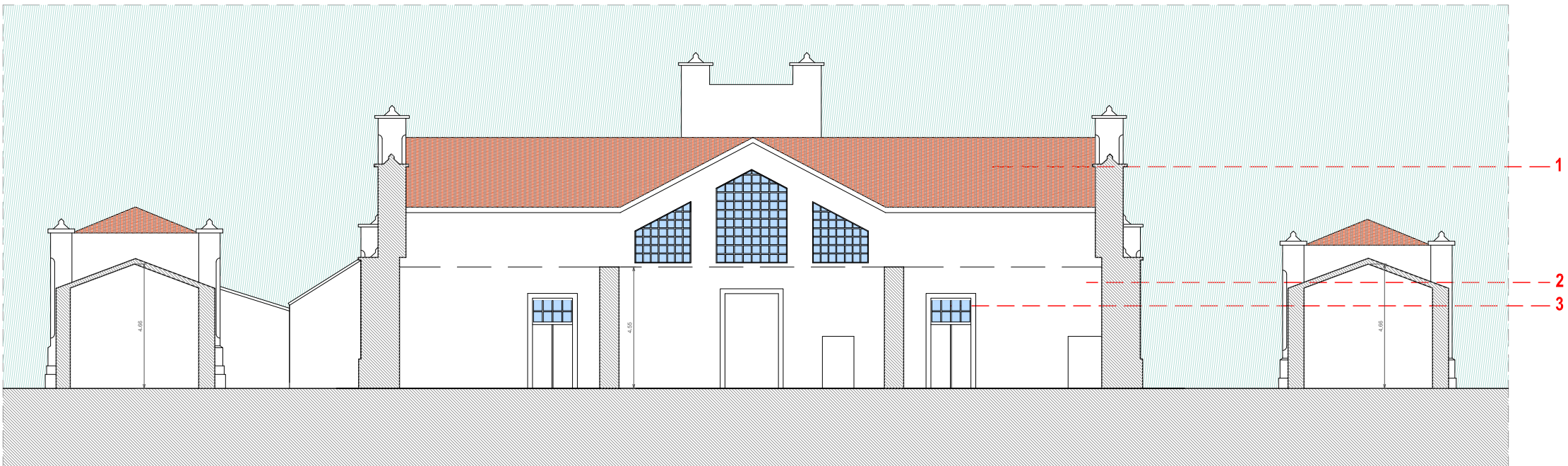
PERFIL 1



PERFIL 2



PERFIL 3



PERFIL 4

- LEGENDA:
- 1 - Telha cerâmica tipo Marselha
 - 2 - Alvenaria de pedra granítica rebocada a cimento e areia
 - 3 - Vãos em caixilharia de madeira com vidro simples
 - 4 - Estrutura da cobertura em madeira

REABILITAÇÃO CONSTRUTIVA DO ANTIGO
MATADOURO MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO

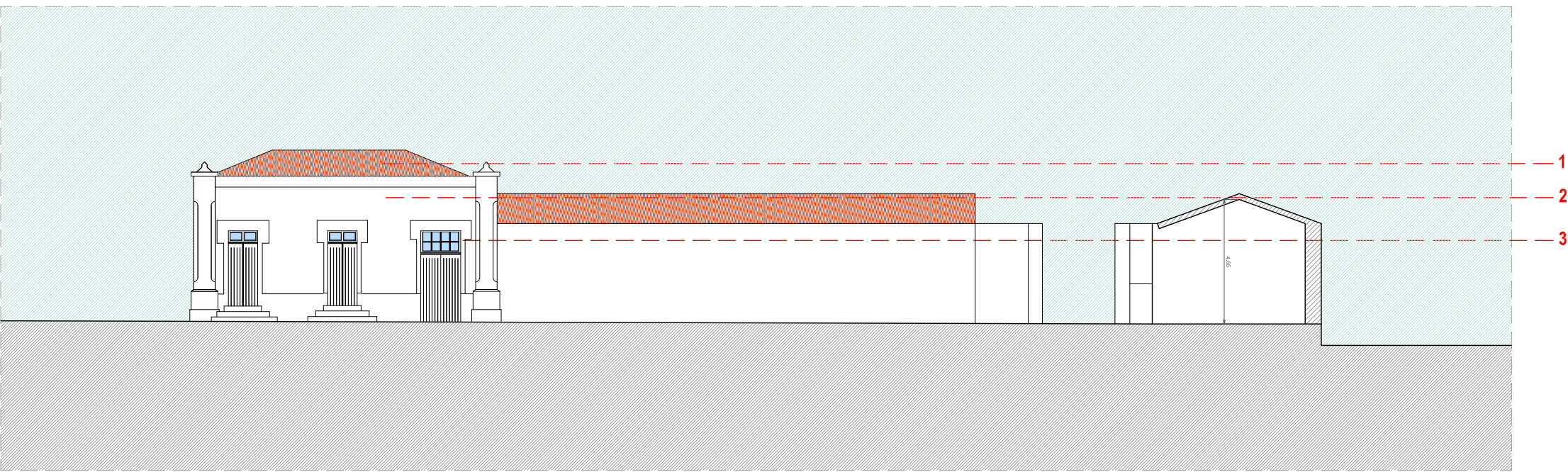
PEÇA DESENHADA
CORTES

AUTOR DO PROJETO
CÂMARA MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO

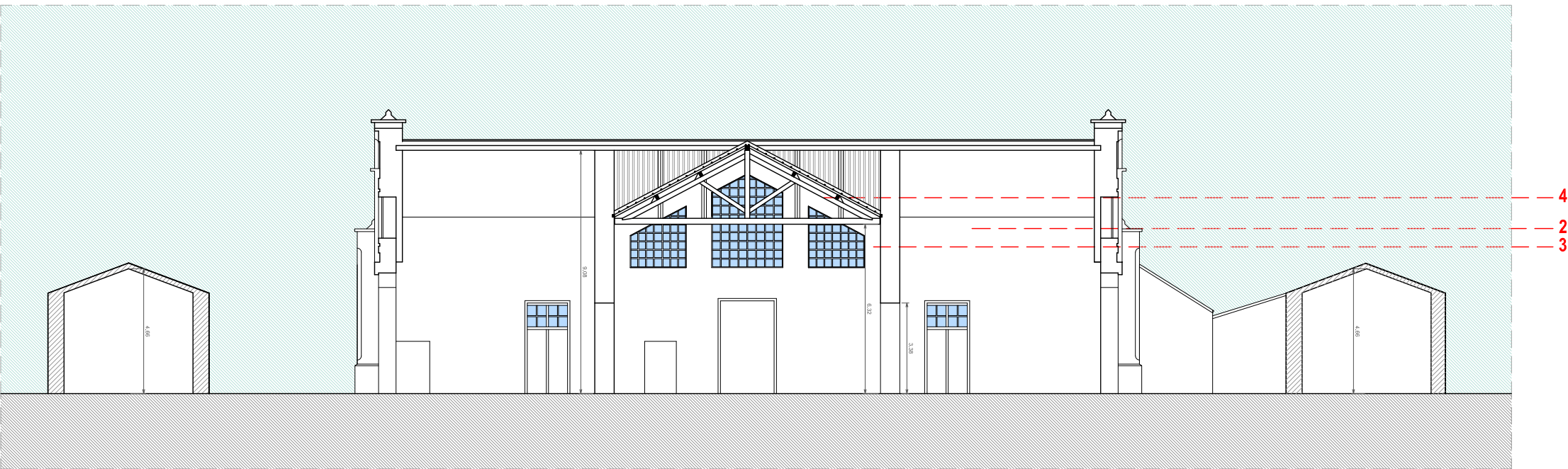
DATA
DEZEMBRO 2016

ESCALA: 1/200

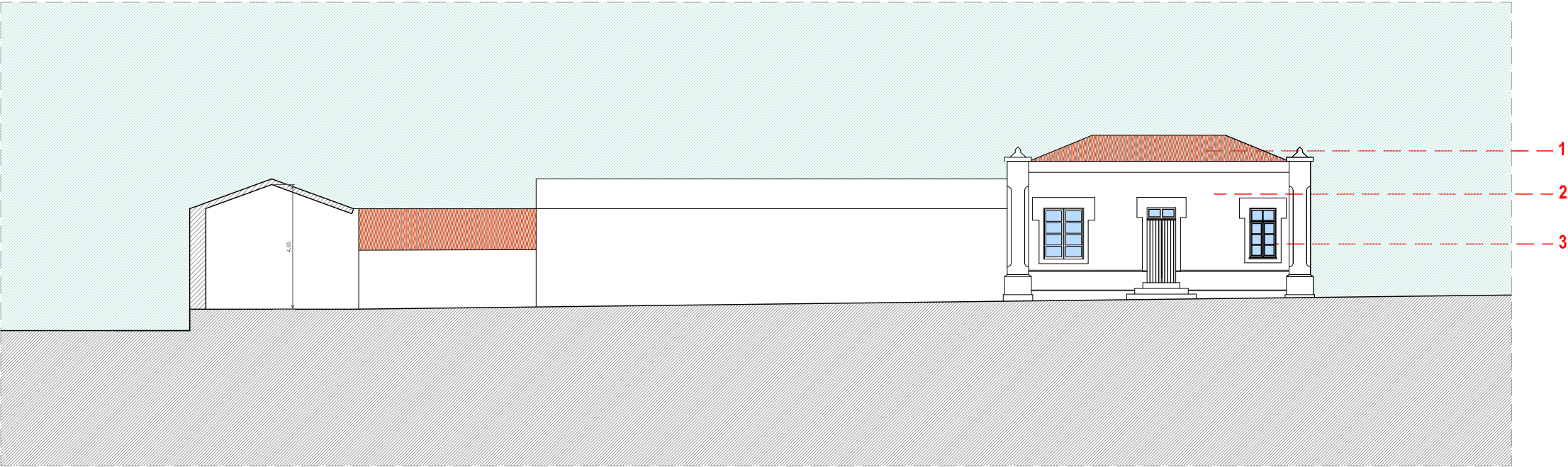
Nº ANEXO



PERFIL 5



PERFIL 6



PERFIL 7



PERFIL 4

LEGENDA:

- 1 - Telha cerâmica tipo Marselha
- 2 - Alvenaria de pedra granítica rebocada a cimento e areia
- 3 - Vãos em caixilharia de madeira com vidro simples
- 4 - Estrutura da cobertura em madeira

REABILITAÇÃO CONSTRUTIVA DO ANTIGO
MATADOURO MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO

PEÇA DESENHADA
CORTES

AUTOR DO PROJETO
CÂMARA MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO

DATA
DEZEMBRO 2016

ESCALA: 1/200

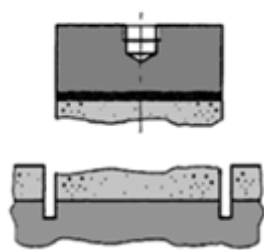
Nº ANEXO

Anexo 2. Resultados dos Ensaios Pull-Off

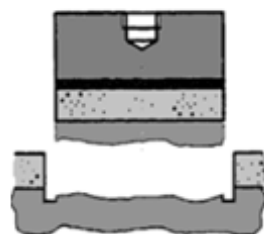
Zona Experimental	Provete	Fu (Kn)	fu (kPa)	fu (MPa)	σ Máxima (Mpa)	σ Mínima (Mpa)	σ Média (Mpa)	Tipo de Rotura
Z1 (INT 01,CIM)	1	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,1	Rot. Ades.
	2	0,81	412,53	0,41				Cola
	3	0,00	0,00	0,00				Cola
Z1 (INT 01,CAL)	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Rot. Ades.
	2	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
	3	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
Z1 (INT 02,CIM)	1	0,59	300,48	0,30	0,37	0,00	0,2	Cola
	2	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
	3	0,73	371,79	0,37				Rot.Coe.Reb
Z1 (INT 02,CAL)	1	0,48	244,46	0,24	0,24	0,13	0,2	Rot.Coe.Reb
	2	0,38	193,53	0,19				Rot.Coe.Reb
	3	0,25	127,32	0,13				Cola
Z2 (INT 01,CIM)	1	0,26	132,42	0,13	0,35	0,00	0,2	Cola
	2	0,68	346,32	0,35				Rot.Coe.Reb
	3	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
Z2 (INT 01,CAL)	1	0,51	259,74	0,26	0,26	0,00	0,1	Cola
	2	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
	3	0,27	137,51	0,14				Rot.Coe.Sup
Z2 (INT 02,CIM)	1	0,59	300,48	0,30	0,30	0,23	0,3	Rot.Coe.Reb
	2	0,58	295,39	0,30				Rot.Coe.Reb
	3	0,45	229,18	0,23				Cola
Z2 (INT 02,CAL)	1	0,36	183,35	0,18	0,18	0,14	0,2	Rot.Coe.Reb
	2	0,27	137,51	0,14				Rot.Coe.Reb
	3	0,36	183,35	0,18				Cola
Z1 (EXT 01,CIM)	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Rot. Ades.
	2	0,00	0,00	0,00				Cola
	3	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
Z1 (EXT 01,CAL)	1	0,38	193,53	0,19	0,19	0,00	0,1	Rot.Coe.Sup
	2	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
	3	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
Z1 (EXT 02,CIM)	1	0,59	300,48	0,30	0,30	0,24	0,3	Rot.Coe.Reb
	2	0,48	244,46	0,24				Rot.Coe.Reb
	3	0,53	269,93	0,27				Rot.Coe.Reb
Z1 (EXT 02,CAL)	1	0,40	203,72	0,20	0,45	0,20	0,3	Rot.Coe.Reb
	2	0,52	264,83	0,26				Rot.Coe.Reb
	3	0,88	448,18	0,45				Rot.Coe.Reb

Z2 (EXT 01,CIM)	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Rot. Ades.
	2	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
	3	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
Z2 (EXT 01,CAL)	1	0,24	122,23	0,12	0,12	0,00	0,1	Rot.Coe.Sup
	2	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
	3	0,24	122,23	0,12				Rot.Coe.Sup
Z2 (EXT 02,CIM)	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Rot. Ades.
	2	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
	3	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
Z2 (EXT 02,CAL)	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Cola
	2	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
	3	0,00	0,00	0,00				Rot.Coe.Reb
Z2.1 (EXT 01,CIM)	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	Rot. Ades.
	2	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
	3	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
Z2.1 (EXT 01,CAL)	1	0,41	208,81	0,21	0,32	0,00	0,2	Rot.Coe.Reb
	2	0,63	320,86	0,32				Rot.Coe.Reb
	3	0,00	0,00	0,00				Rot. Ades.
Z2.1 (EXT 02,CIM)	1	0,34	173,16	0,17	0,25	0,17	0,2	Rot.Coe.Reb
	2	0,49	249,55	0,25				Rot.Coe.Reb
	3	0,33	168,07	0,17				Rot.Coe.Reb
Z2.1 (EXT 02,CAL)	1	0,53	269,93	0,27	0,27	0,21	0,2	Rot.Coe.Reb
	2	0,42	213,90	0,21				Rot.Coe.Reb
	3	0,50	254,65	0,25				Rot.Coe.Reb

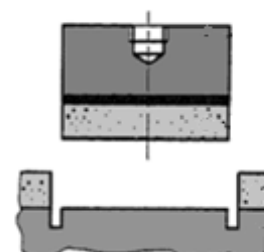
Tipos de Roturas:



Rot.Coe.Reb - Rotura
Coesiva pelo Reboco



Rot.Coe.Sup - Rotura
Coesiva pelo Suporte

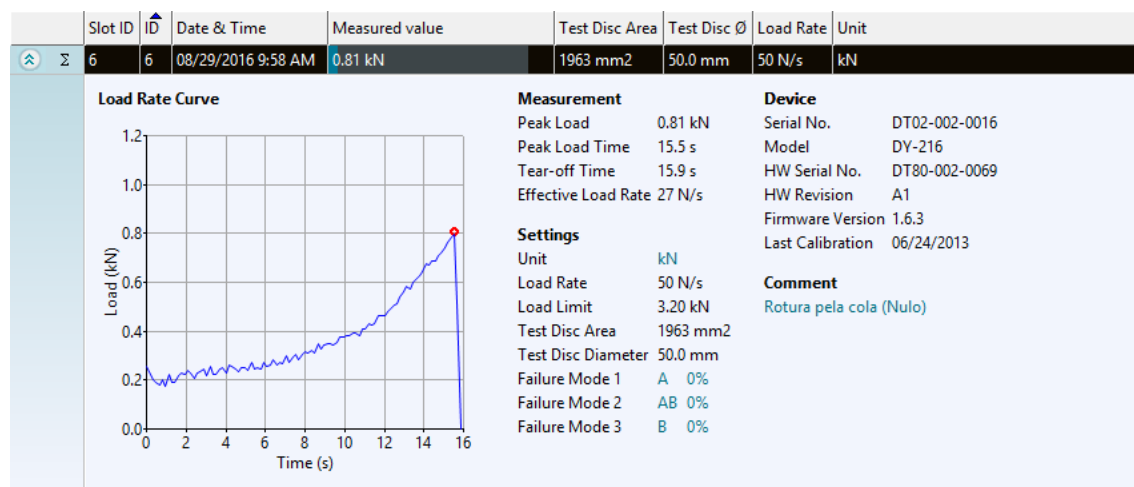


Rot. Ades. - Rotura Adesiva

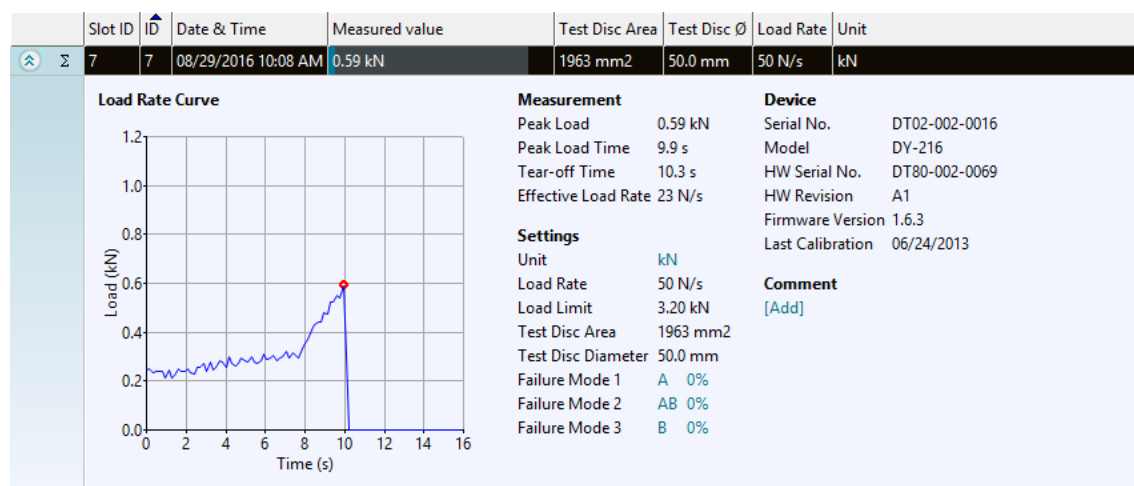
(Fonte: (CEN, 2000) e (Vieira, 2009))

1.7. Zona Interior 1

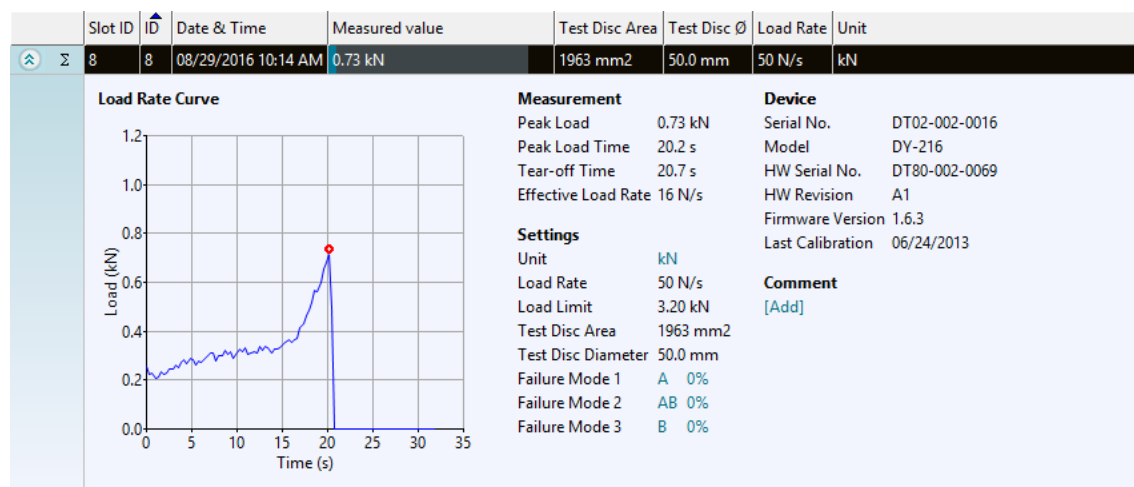
2.2.1. Z1 (INT 01,CIM) 2



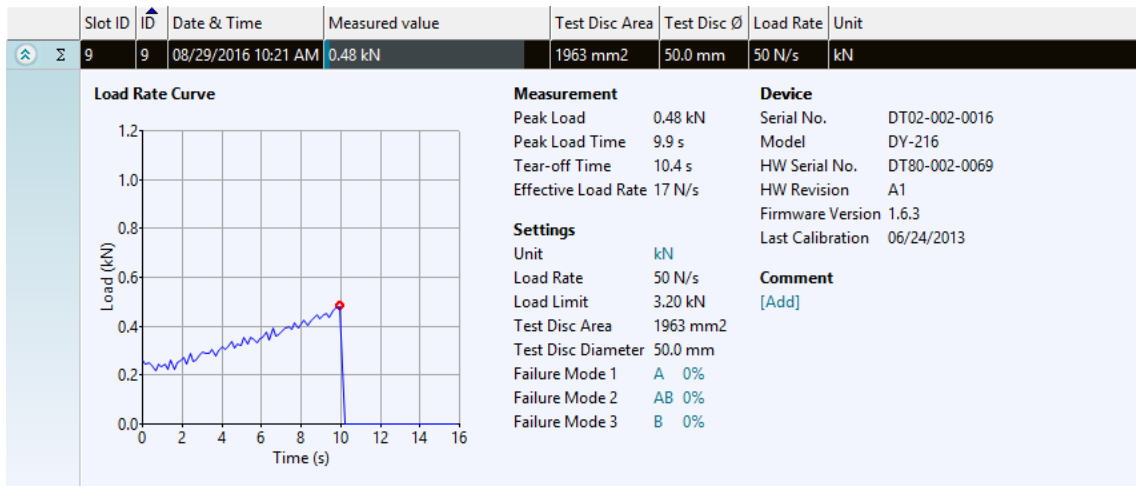
2.2.2. Z1 (INT 02, CIM) 1



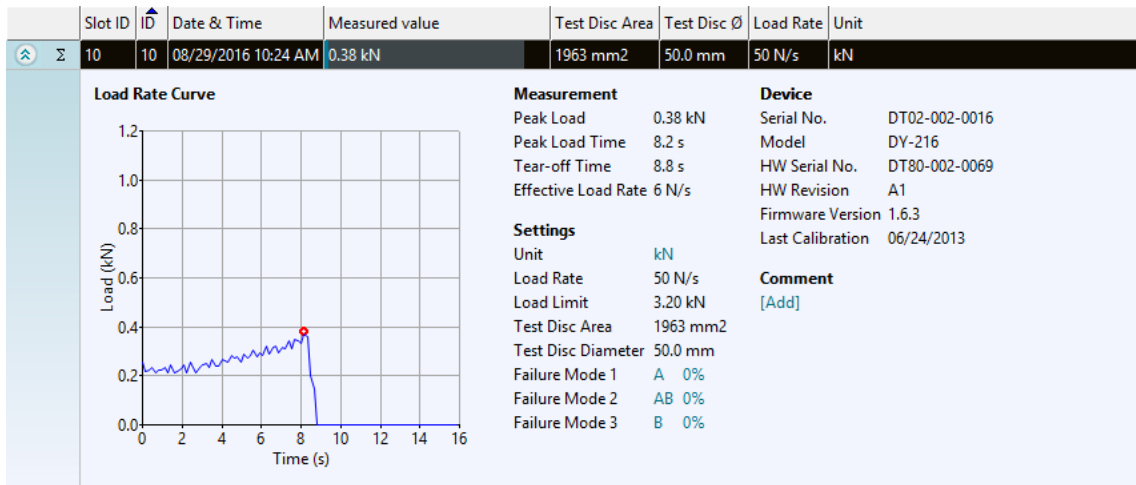
2.2.3. Z1 (INT 02, CIM) 3



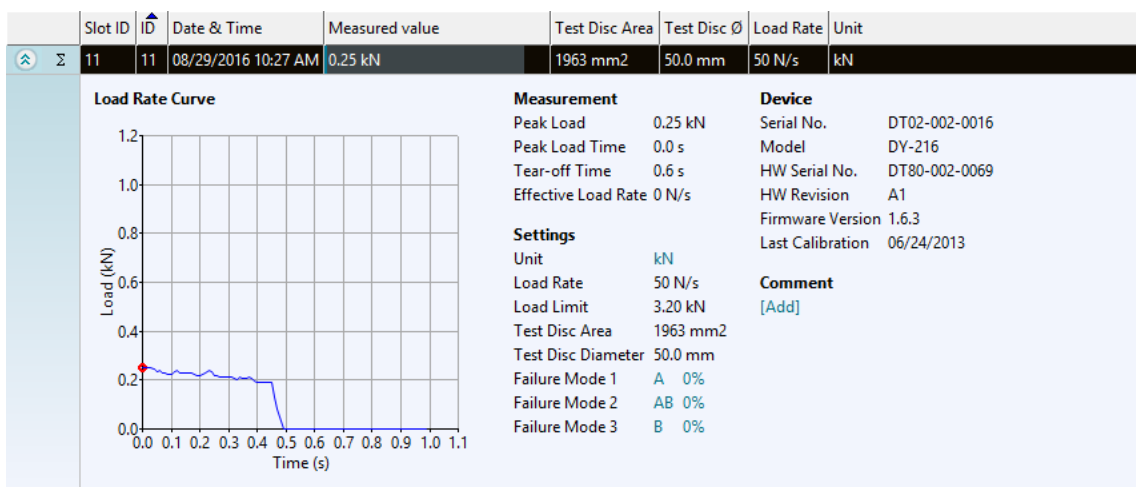
2.2.4. Z1 (INT 02, CAL) 1



2.2.5. Z1 (INT 02, CAL) 2

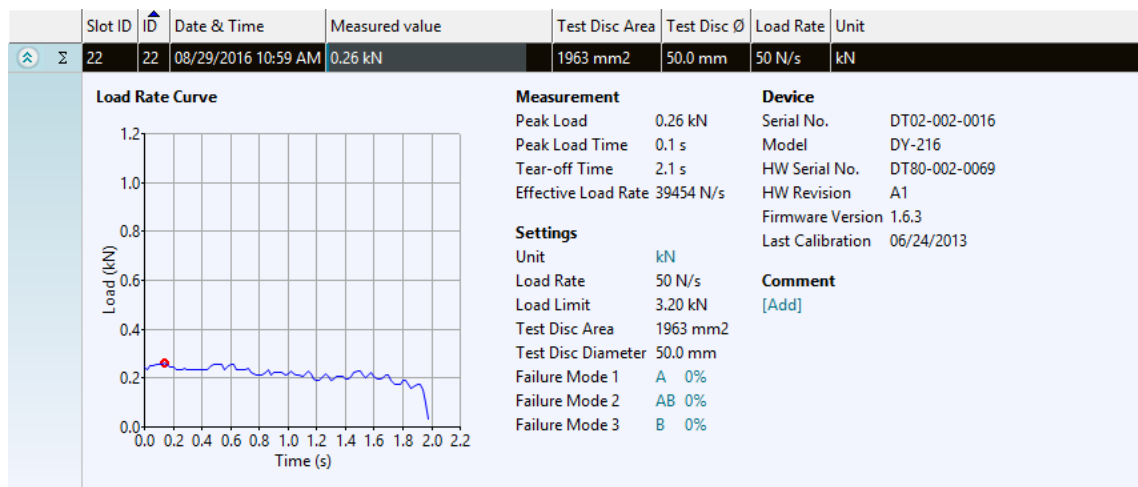


2.2.6. Z1 (INT 02, CAL) 3

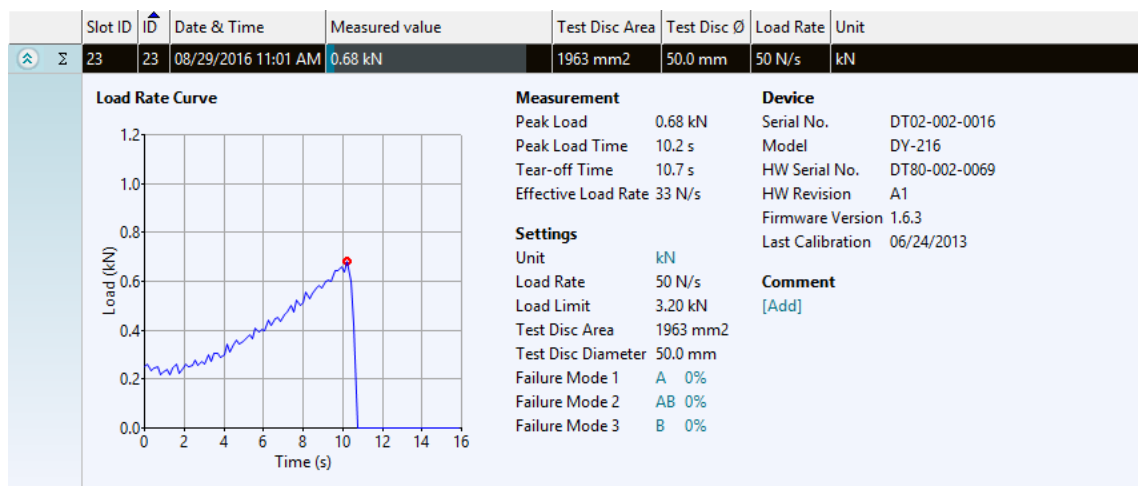


2.3. Zona Interior 2

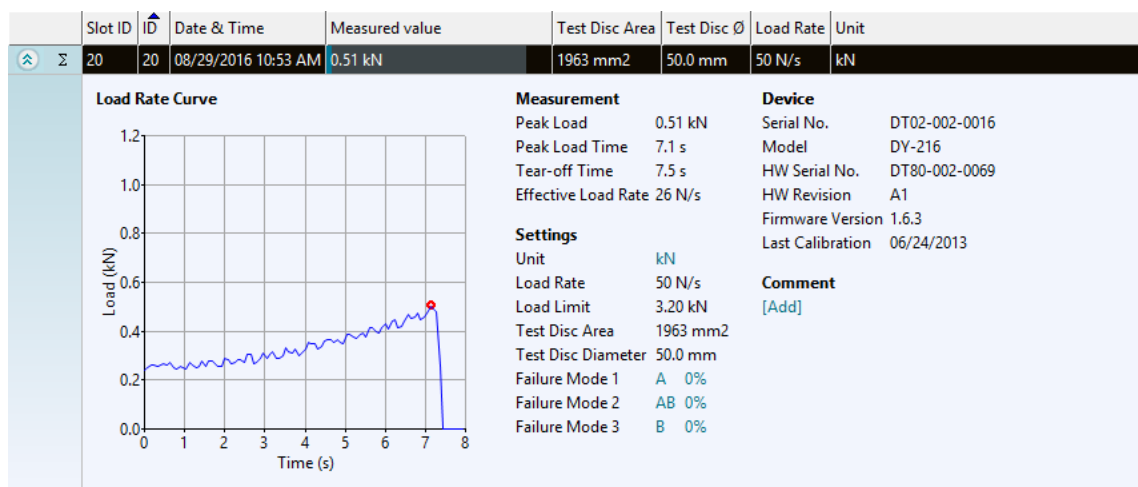
2.3.1. Z2 (INT 01,CIM) 1



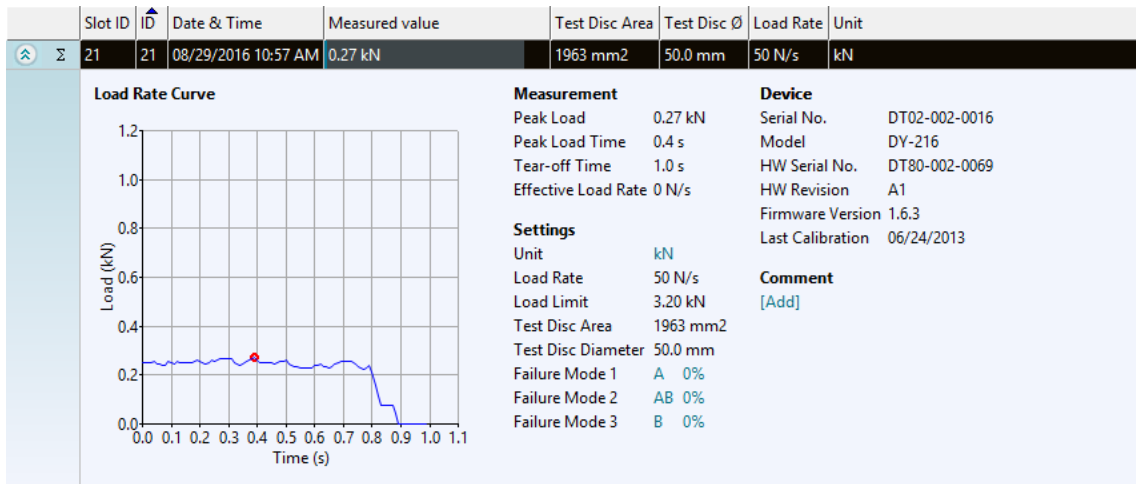
2.3.2. Z2 (INT 01,CIM) 2



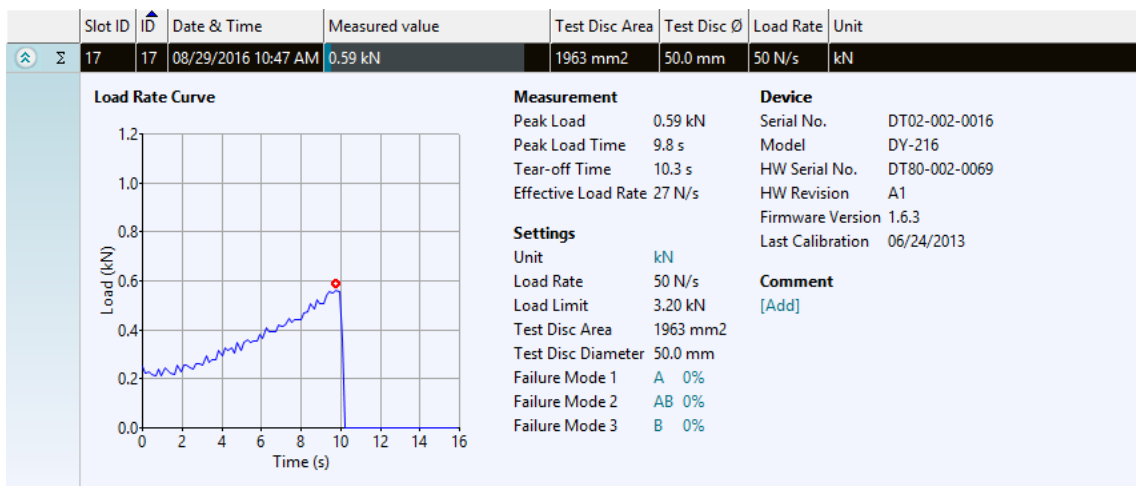
2.3.3. Z2 (INT 01, CAL) 1



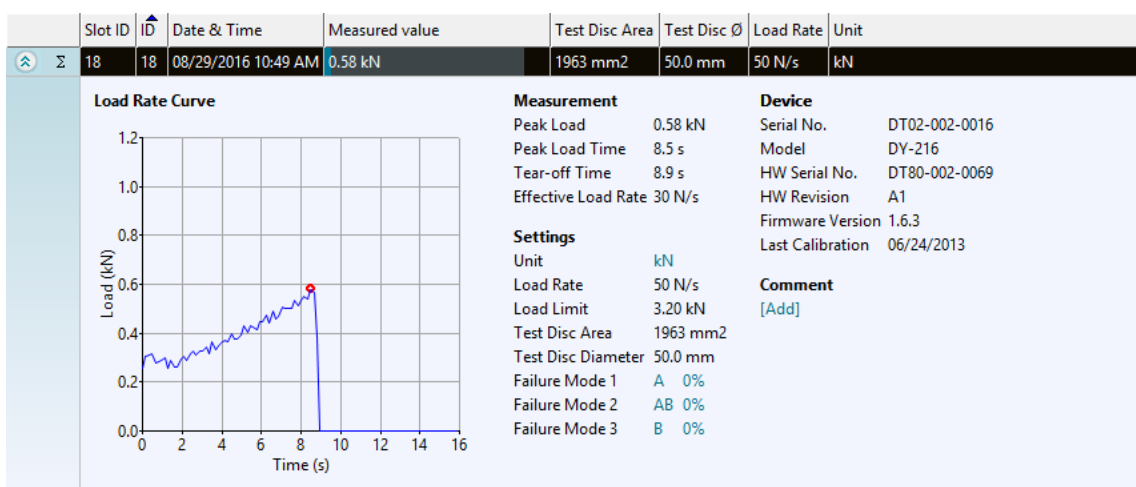
2.3.4. Z2 (INT 01, CAL) 3



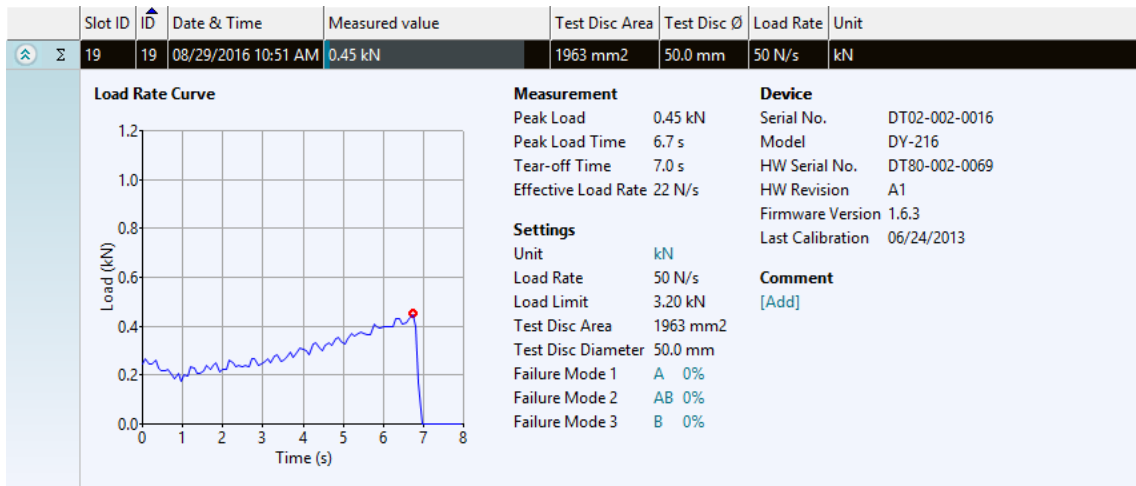
2.3.5. Z2 (INT 02,CIM) 1



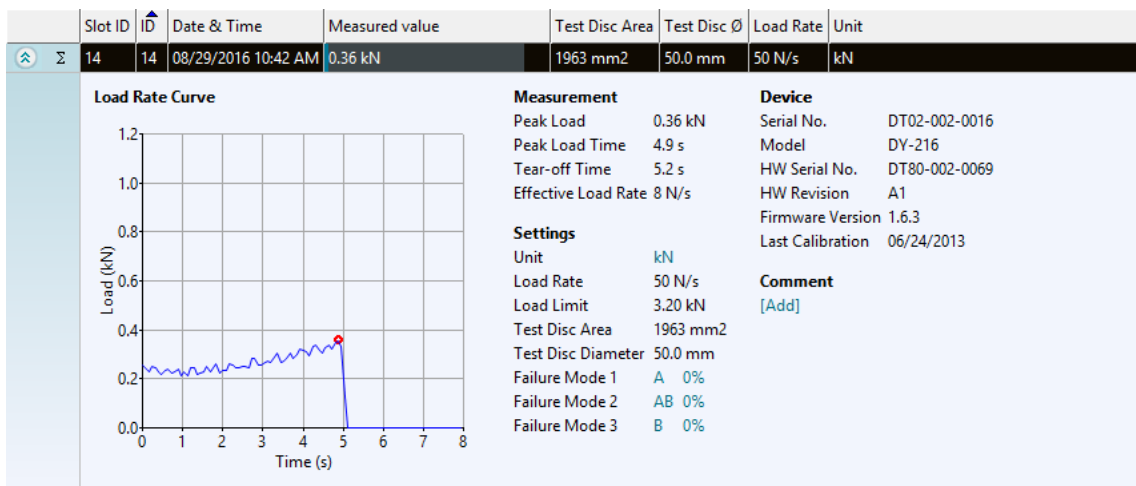
2.3.6. Z2 (INT 02,CIM) 2



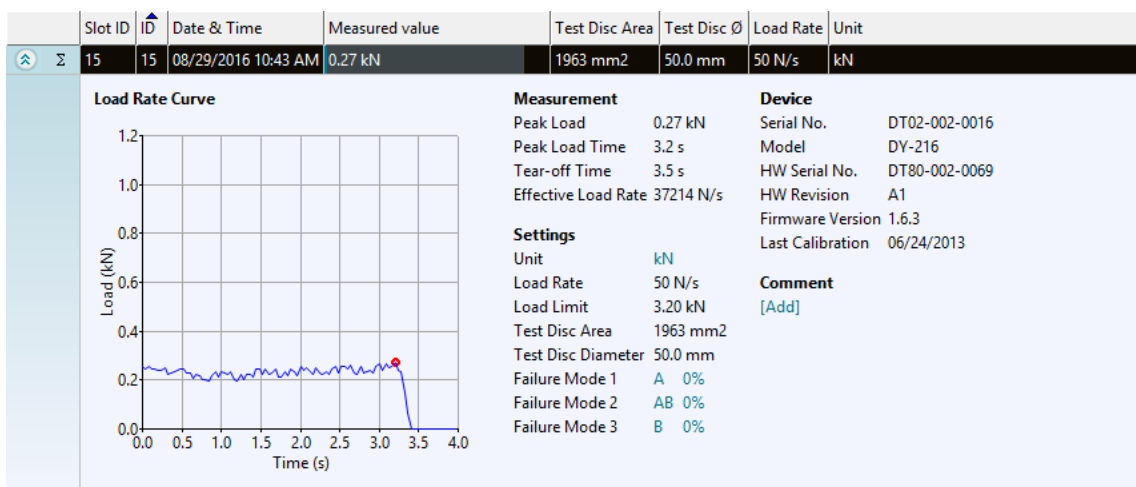
2.3.7. Z2 (INT 02,CIM) 3



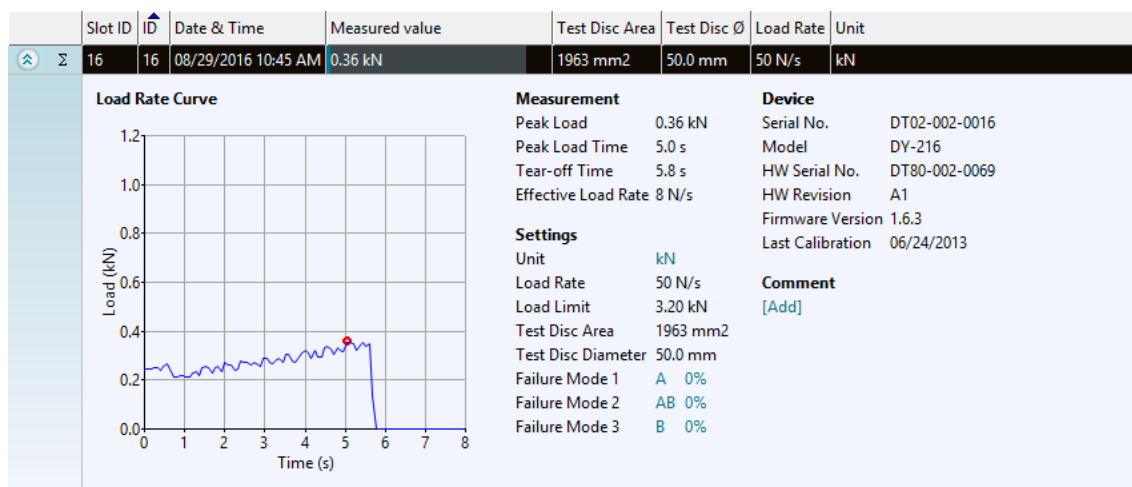
2.3.8. Z2 (INT 02, CAL) 1



2.3.9. Z2 (INT 02, CAL) 2

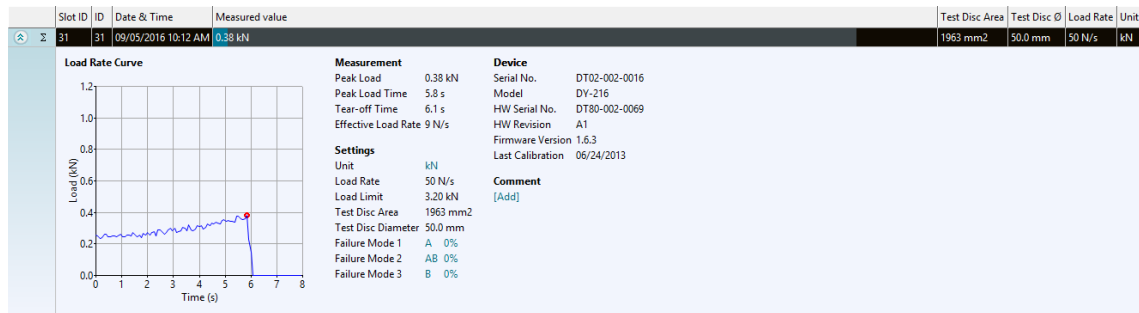


2.3.10. Z2 (INT 02, CAL) 3

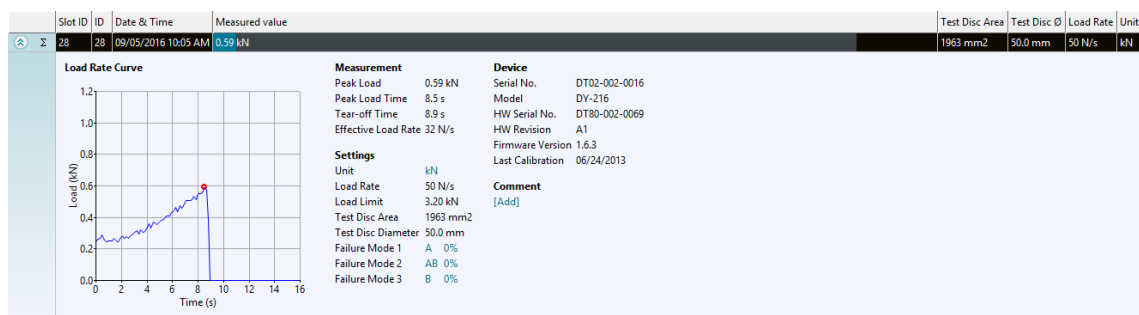


2.4. Zona Exterior 1

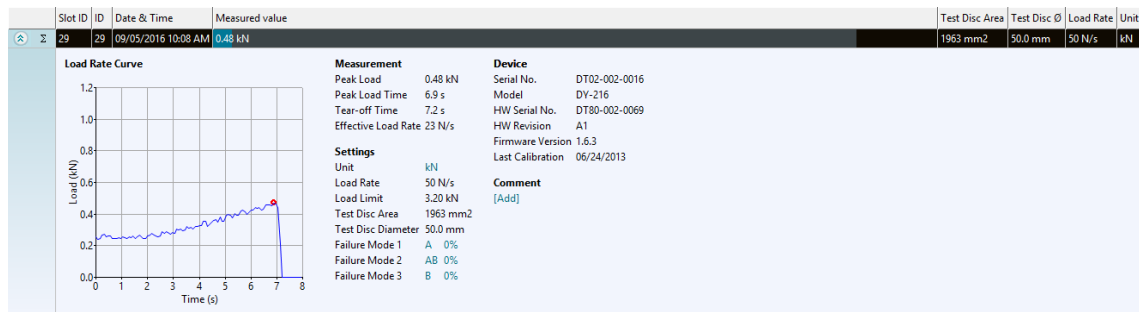
2.4.1. Z1 (EXT 01, CAL) 1



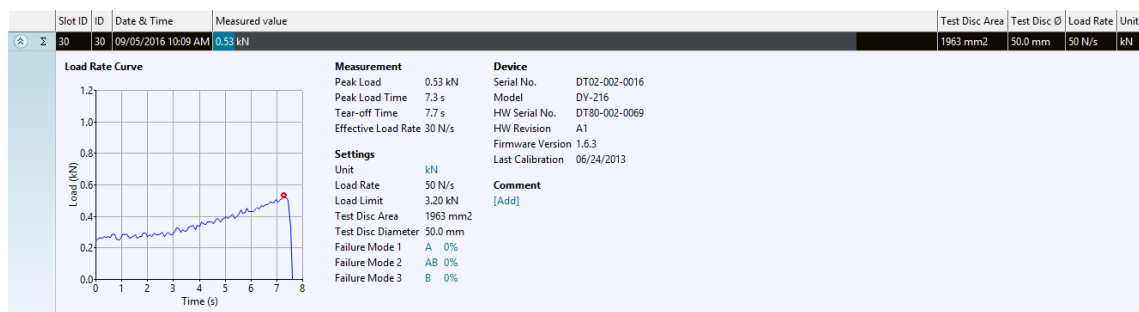
2.4.2. Z1 (EXT 02, CIM) 1



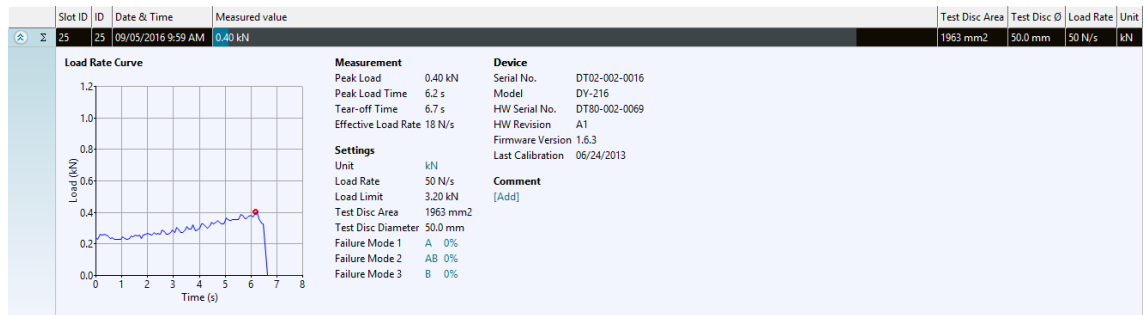
2.4.3. Z1 (EXT 02, CIM) 2



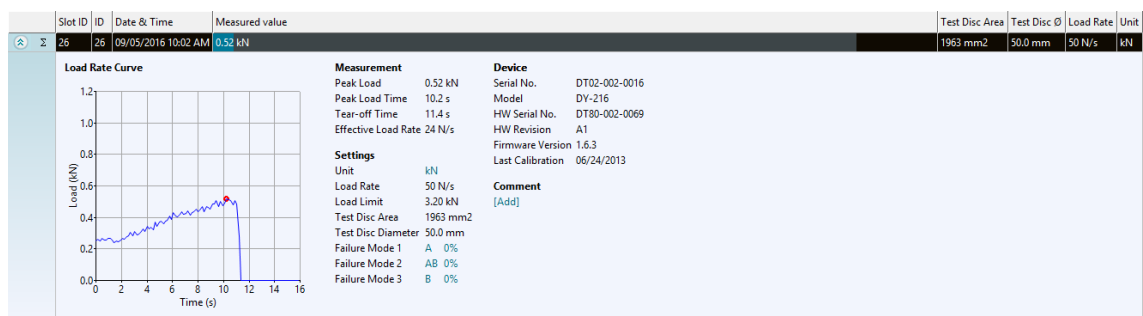
2.4.4. Z1 (EXT 02, CIM) 3



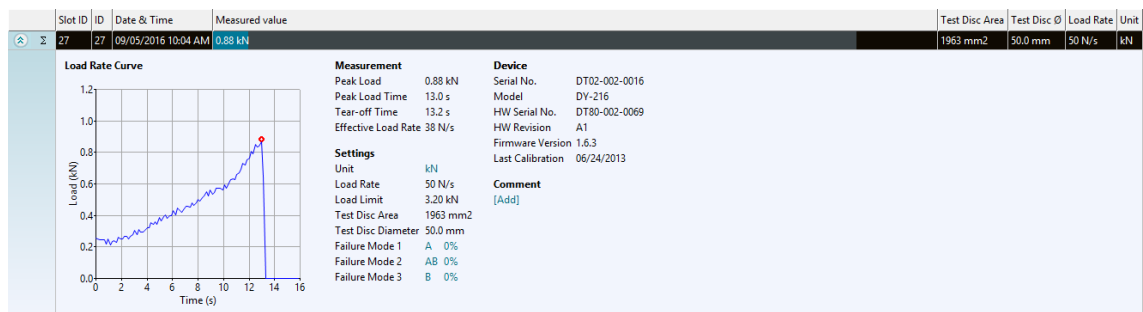
2.4.5. Z1 (EXT 02, CAL) 1



2.4.6. Z1 (EXT 02, CAL) 2

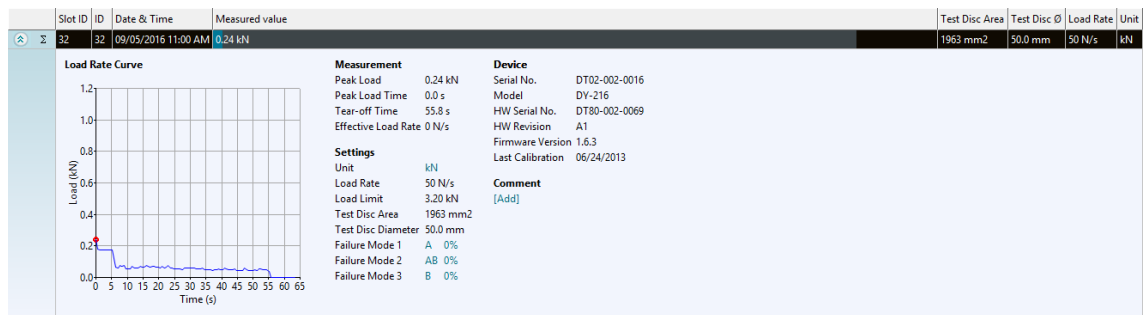


2.4.7. Z1 (EXT 02, CAL) 3

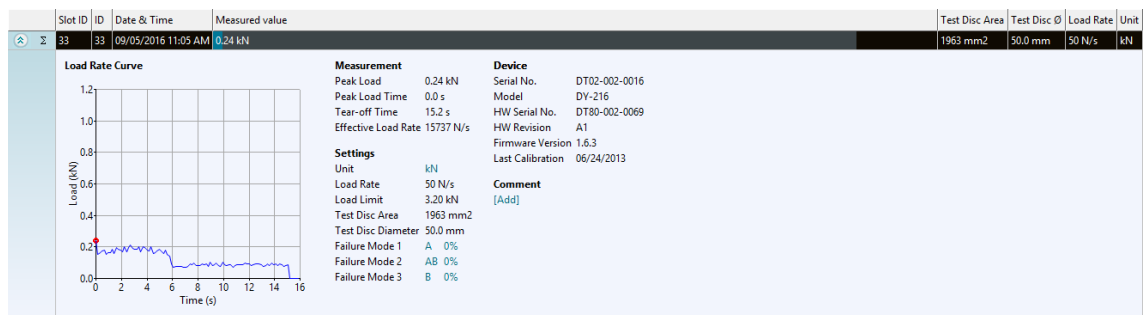


2.5. Zona Exterior 2

2.5.1. Z2 (EXT 01, CAL) 1

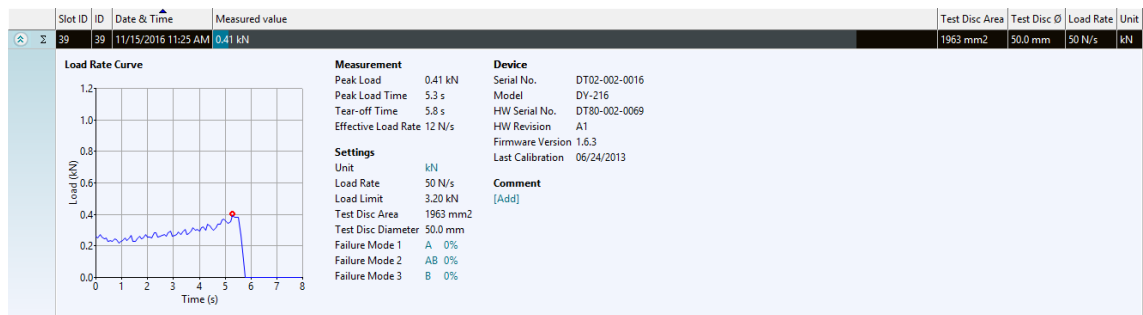


2.5.2. Z2 (EXT 01, CAL) 3

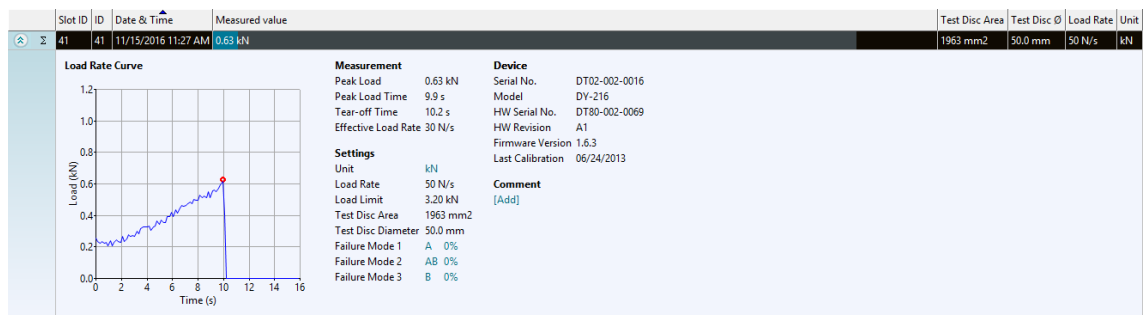


2.6. Zona Exterior 2.1

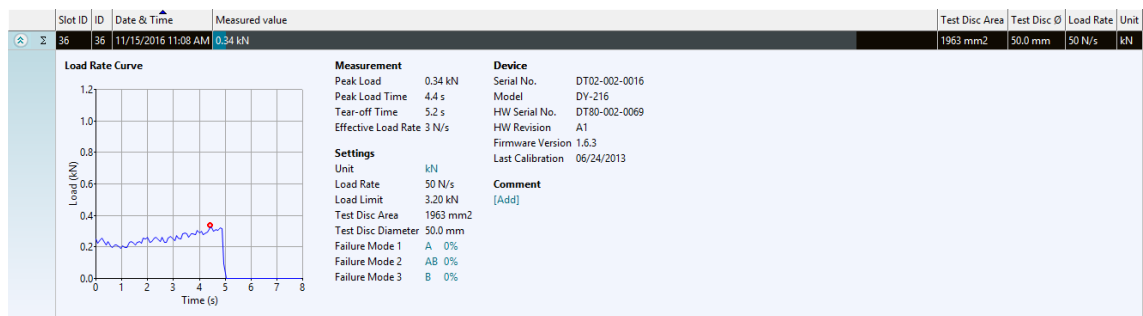
2.6.1. Z2.1 (EXT 01, CAL) 1



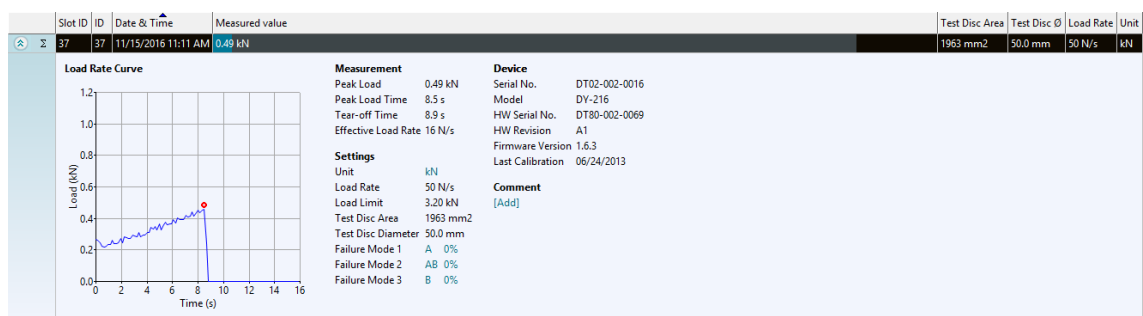
2.6.2. Z2.1 (EXT 01, CAL) 2



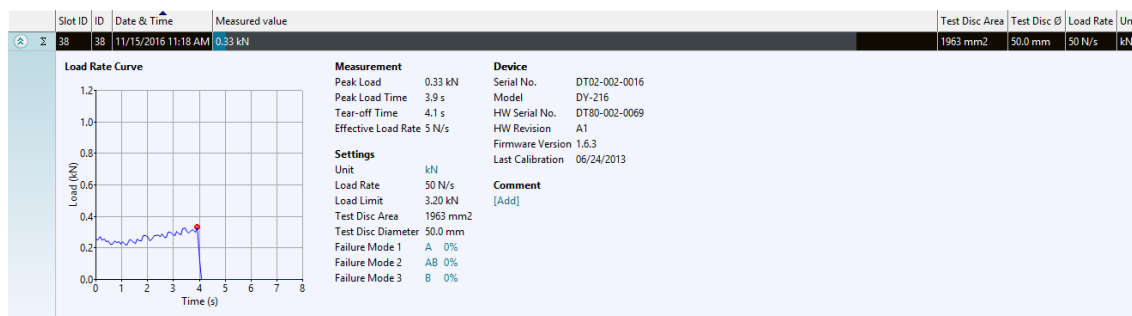
2.6.3. Z2.1 (EXT 02, CIM) 1



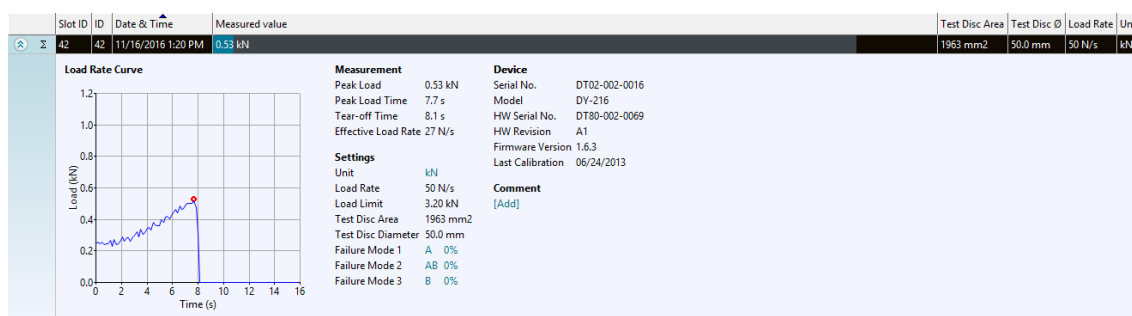
2.6.4. Z2.1 (EXT 02, CIM) 2



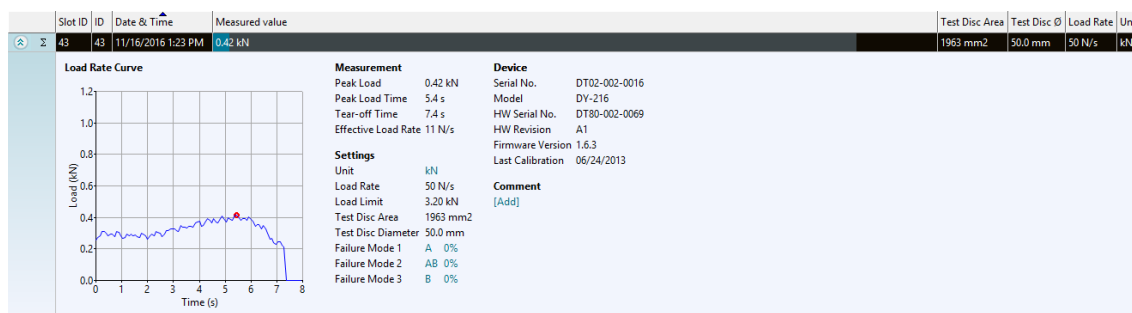
2.6.5. Z2.1 (EXT 02, CIM) 3



2.6.6. Z2.1 (EXT 02, CAL) 1



2.6.7. Z2.1 (EXT 02, CAL) 2



2.6.8. Z2.1 (EXT 02, CAL) 3

